

Angewandte Botanik

Zeitschrift
der Vereinigung für angewandte Botanik

herausgegeben im Auftrage des Vorstandes vom 1. Schriftführer

Dr. K. Snell

Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Berlin - Dahlem

Elfter Band
(1929)

Berlin

Verlag von Gebrüder Borntraeger

W 35 Schöneberger Ufer 12 a

1929

Alle Rechte,
insbesondere das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten

Inhaltsverzeichnis

I. Originalarbeiten:

	Seite
Bortels, H. Biokatalyse und Reaktionsempfindlichkeit bei niederen und höheren Pflanzen	285
Bos, H. Die Anwendung künstlicher Beleuchtung bei der Sorten- echtheitsprüfung der Samen im Winter	25
Bremer, H. Die Abhängigkeit der Zuckerrübenkeimung von der Temperatur	112
Crüger, O. Fußkrankheit an Weizen, Roggen und Gerste	1
Döring, H. Zur Kenntnis der Knöllchensucht	246
Dounin, M. S. Das Öl des Kenaphsamens (<i>Hibiscus Cannabinus</i> L.)	569
Fichte, E. Strukturveränderungen am toten Holze durch technische Einflüsse und ihre Sichtbarmachung durch Färbungen	77
Flaksberger, C. Wechselweizen	553
Kaufer, A. Beitrag zur Morphologie und Systematik der Hafer- sorten	349
Klinkowski, M. Fichtelgebirgshafer und v. Lochows Gelbhafer .	127
Larionow, D. Zur Frage über den phylogenetischen Zusammen- hang zwischen zweizeiliger und vielzeiliger Gerste (<i>Hordeum sat.</i> <i>distichum</i> L. und <i>H. v. polystichum</i> Doll).	274
Loew, O. und Merckenschlager, F. Über die Resistenz der Mais- wurzel gegen Magnesiumsalze	268
Nagel, W. Rhodannatrium als Mittel zur Keimförderung bei Pflanzen	54
Schropp, W. Beiträge zur Frage der Regelung der Standorts- und Wasserverhältnisse bei Vegetationsversuchen in Gefäßen	461
Stapp, C. Zur Bekämpfung der Mauke der Reben	333
— Zur Frage der planmäßigen Erzielung hochwirksamer Leguminosen- Knöllchenbakterienkulturen	197
Tuteff, I. Der Weizen in Bulgarien	439
Winkelmann, A. Infektionsversuche mit <i>Helminthosporium gra-</i> <i>mineum</i>	120
Wollenweber, H. W. Chinosol gegen schädliche Pilze	116

II. Besprechungen aus der Literatur:

Appel 593; Baumann 58; Brockmann-Jerosch 192; Burbank 342;
Dinter 593; Engelbrecht 192; Fickendey und Blommendal 348;
Geiger 58; Grafe 343, 344; Güssow und Odell 193; Haselhoff und
Blanck 458; Herzog 563; Hueck 460; Hunger 348; Keller 59;
Kern 456; Klapp 60; Klein 194; Kobel 563; Mayr 344; Möller und

Feichtinger 345; Neye 345; Noack 460; Opitz 346; Scharrer 61;
 Schindler und Kache 567, 594; Seybold 564; Simons 457; Snell 61, 459;
 Speyer 566; Sprecher v. Bernegg 564, 593; Troll 347; Wehmer 595;
 Wehrhahn 594, 595; Weitzel 457; v. Wissmann 458; Wohltmann-
 Bücher 348; Wolff 62; v. Zahn 596; Bibliographia Genetica 191;
 Herbariumsmappe 193; Mikroskopie für Naturfreunde 195; Die
 Pflanzenwelt der deutschen Heimat 458; Research Studies of the State
 College of Washington 567; Der Züchter 456.

III. Kleine Mitteilungen:

Eriksson-Preise für pflanzenpathologische Arbeiten	341
Haupt-Hasenberg, Von welchen Eigenschaften des Winterweizens hängt unter den klimatischen Verhältnissen Ostpreußens die Winter- festigkeit ab	592

IV. Personalnachrichten:

Braun 348; v. Euler-Chelpin 591; Klebahn 76; Korff 196; Loew 63;
 Rudorf 348; Streil 196; Wittmack 76.

V. Tagungsbericht der Vereinigung für angewandte Botanik . .	579
VI. Einladung zur Teilnahme an der Generalversammlung . . .	196
VII. Mitgliederverzeichnis der Vereinigung für angewandte Botanik	597
VIII. Neue Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik	195, 568
IX. Sachregister	625

Fußkrankheit an Weizen, Roggen und Gerste.

Von

Dr. O. Crüger,

Direktor der Hauptstelle für Pflanzenschutz und des Samenuntersuchungsamtes
der Landwirtschaftskammer Königsberg in Preußen.

(Mit 1 Karte)

Inhalt.

	Seite
Einleitung	1
Nachprüfung früherer Angaben	3
Einfluß der Vorfrucht	5
Stroh-Untersuchungen	6
Einfluß der Wurzel-Entwicklung	11
Wurzel-Entwicklung und Witterung	13
Wurzel und Nährstoffe	18
Fußkrankheit und Boden	20
Bekämpfung	22
Zusammenfassung	23
Literatur-Verzeichnis	23

Einleitung.

In den Jahren 1927 und 1928 trat die Fußkrankheit hauptsächlich an Weizen, aber auch an Roggen und vereinzelt an Gerste in Ostpreußen so stark auf, daß es mir notwendig erschien, sofortige Untersuchungen über die Ursachen dieser bisher wenig geklärten Krankheit aufzunehmen, um der praktischen Landwirtschaft brauchbare Bekämpfungsmaßnahmen dagegen vorschlagen zu können. Da ich das im Titel erwähnte Institut erst Mitte 1927 übernommen hatte, konnten diese Untersuchungen nicht so umfassend sein, wie ich es gern gewünscht hätte. Dagegen hatte ich in beiden Jahren Gelegenheit zu verhältnismäßig zahlreichen Beobachtungen: An meinem Institut kamen im Jahre 1927 von

Fußkrankheit des Getreides 67 Fälle zur Untersuchung; 1928 wurden 52 Fälle von Fußkrankheit des Weizens, 89 von der des Roggens, ein Fall an Gerste untersucht und außerdem mir Meldung gemacht über weitere 76 Fälle an Weizen und Roggen.

Zunächst sei eine kurze Beschreibung der Fußkrankheit von Weizen, Roggen und Gerste gegeben, um naheliegende Verwechslungen mit anderen Krankheiten zu verhüten: Beim Weizen sind die Erscheinungen am auffallendsten. Bis nach der Blüte entwickelt er sich ganz normal. Es scheint fast so, als ob gerade solcher Weizen, der im Frühling und Frühsommer verhältnismäßig gut bestanden, besonders stark beblattet war, später von der Fußkrankheit am stärksten befallen wird. Ein regnerischer Vorsommer scheint die Häufigkeit des Auftretens zu begünstigen. Plötzlich, nach der Blüte, wenn die Kornausbildung einsetzen soll, findet man dann in dem sonst gesunden Bestand einige Weizenpflanzen, deren Halme vorzeitig absterben und verbleichen, so daß sie sich von den übrigen noch grünen Halmen des Feldes auffallend abheben. Diese Pflanzen sind entweder vereinzelt über den ganzen Schlag verstreut oder sie treten nesterweise auf oder bilden auch größere Flecken im Bestand und in vereinzelter Fällen findet man sie nur auf einem Teile des Feldes. An den vorzeitig abgestorbenen Halmen ist die Ausbildung der Körner eine sehr schlechte, sie bleiben sehr klein und es kann dadurch großer Schaden entstehen. Die toten Ähren werden später häufig von Schwärzepilzen (*Cladosporium*) befallen, wodurch sie noch auffallender werden, so daß der Landwirt diese Schwärzung manchmal für die Ursache des Schadens hält. Am Grunde der abgestorbenen Halme, an ihrem Fuß, findet man eine Bräunung oder Schwärzung des Gewebes durch Befall mit bestimmten Pilzen, sowie eine Vermorschung. Bei meinen Untersuchungen fand ich dort immer *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not., in späteren Befallsstadien auch *Ophiobolus herpotrichus* Sacc. Es muß betont werden, daß, um Verwechslungen vorzubeugen, von der echten Fußkrankheit vorläufig nur dann gesprochen werden sollte, wenn diese Pilze aufgefunden werden, während ich mich bezüglich der Bedeutung von *Fusarium*-Arten für die Fußkrankheit eines Urteils enthalte. Das Auftreten dieser Pilze gibt ein gewisses Kriterium für die Erkennung der Krankheit, das wir solange nicht entbehren können, als nicht die Ursachen besser erkannt sind. Allerdings halte ich dieses Auftreten für eine sekundäre Erscheinung.

Beim Roggen sind die Krankheitserscheinungen ähnlich, wenn auch nicht ganz so auffallend. Die erkrankten Roggenhalme brechen am Grunde leicht um, so daß ein von Fußkrankheit befallenes Roggenfeld aussieht, als ob es verhagelt wäre oder als ob Menschen oder Vieh öfters durchgelaufen wären. Daher spricht man vom „Roggenhalmbrecher“ und vom „Weizenhalmtöter“.

Die Gerste wurde in den letzten beiden Jahren in Ostpreußen von der Fußkrankheit verhältnismäßig sehr wenig befallen; vielleicht ist das eine Folge der in Ostpreußen dafür üblichen Anbaumethoden. In anderen Gegenden und Jahren ist nach Literaturangaben auch die Gerste daran erkrankt.

An Hafer habe ich die Fußkrankheit noch niemals beobachtet. Auch Hiltner (9) sagt, daß davon „nur der Hafer verschont bleibt“. Ebenso gibt Krüger (11) die Fußkrankheit nur für Weizen, Roggen und Gerste an. Wenn Krampe (10) schreibt: „Besonders anfällig für die Fußkrankheit ist die Gerste, dann folgen Roggen und Hafer; am wenigsten anfällig hat sich Weizen gezeigt“, so steht das im schärfsten Widerspruch zu allen übrigen Angaben. Es beruht dies vielleicht darauf, daß Krampe speziell *Fusarium* als Erreger von Fußkrankheiten untersuchte und daß ihm hauptsächlich Laboratoriumsuntersuchungen, dagegen nur wenig Freilandbeobachtungen zur Verfügung standen. Ich lege Wert darauf, weil ich nachher zeigen werde, daß diese verschiedene Anfälligkeit der Getreidearten für die Erkennung der Ursachen der Krankheit wichtig ist. Hafer wird jedenfalls bei weitem am wenigsten von der Fußkrankheit befallen.

Nachprüfung früherer Angaben.

Im Jahre 1927 suchte ich zunächst einige Angaben früherer Autoren nachzuprüfen. Zu diesem Zweck veranstaltete ich eine Umfrage, die sich auf die Fußkrankheit des Weizens bezog und bei der folgende Fragen gestellt wurden (3):

1. Welches war die Vorfrucht?
2. Um welche Sorte handelt es sich? Sind andere Sorten trotz sonst gleicher Anbauweise weniger oder gar nicht befallen?
3. War das Saatgut etwa notreif?
4. Wie war der betreffende Weizen im Frühjahr?
5. Welche Beobachtungen sind sonst noch gemacht worden?

In den eingegangenen Antworten wurden außerdem von den Landwirten häufig Angaben darüber gemacht, ob das Saatgut gebeizt worden war, und es ergab sich daraus, daß auch solcher Weizen, der mit Germisan oder Uspulun im Tauchverfahren oder im Benetzungsverfahren gebeizt worden war, von der Fußkrankheit befallen wurde.

Der Stand im Frühjahr (Frage 4) war meistens gut oder sehr gut gewesen, nur in einem Fall schwach und die Fußkrankheit trat in diesem Fall nur wenig auf, in einem anderen Fall befriedigend und die Fußkrankheit trat in diesem Fall nur mittel bis wenig auf. Wie schon oben gesagt, scheint gerade der im Frühjahr am stärksten beblattete Winterweizen später am meisten von der Fußkrankheit befallen zu werden; ich komme darauf später noch einmal zurück.

Die Wahl der Sorte (Frage 2) scheint ohne Einfluß auf den Befall mit Fußkrankheit gewesen zu sein. Zwar ergaben sich in dieser Hinsicht manche Unterschiede, doch war die Widerstandsfähigkeit der Sorten an verschiedenen Orten nicht gleichmäßig. In einem exakten Sortenanbauversuch wurde z. B. Criewener 104 sehr stark, Cimbals Sylvester und Bensings Troztkopf stark, Pflugs Baltikum nur wenig befallen (Ernteergebnisse pro Morgen 4,45 Ztr., 5,85 Ztr., 5,95 Ztr. und 6,60 Ztr.). Doch wurde Criewener 104 an anderen Stellen wiederum gar nicht von der Fußkrankheit befallen. In einem Sortenanbauversuch des Jahres 1928 auf einem anderen Gut war der Befall mit Fußkrankheit bei

Baltikum-Weizen	Original	gering
Samland-	"	"
Standard-	"	mittel
Kuwerts-	"	"
Obotriten-	"	sehr stark.

Einheitliche Beobachtungen konnten jedoch bezüglich der Sortenfrage nicht gemacht werden. In der Literatur (2) wird angegeben, daß solche Weizensorten, welche ein nur schwaches Wurzelsystem ausbilden, stark befallen werden.

Eine Notreife des Saatguts (Frage 3) hatte nicht vorgelegen resp. war ohne Einfluß auf den Befall.

Einfluß der Vorfrucht.

Bessere Anhaltspunkte ergab die Beantwortung der Frage nach der Vorfrucht (Frage 1). Weizen, der nach Gerste gebaut war, wurde stets besonders stark von der Fußkrankheit befallen. Nach Erbsen blieb der Weizen fast stets frei von der Fußkrankheit oder wurde verhältnismäßig wenig davon befallen.

Es lohnt sich, der Frage des Einflusses der Vorfrucht auf die Fußkrankheit weiter nachzugehen, obwohl die Beobachtungen auch darüber sich immerhin etwas widersprechen. Von den Angaben darüber aus Ostpreußen im Jahre 1927 nenne ich folgende:

- Samlandweizen war nach Roggen sehr stark, nach Erbsen gar nicht befallen,
- Kuwertweizen war nach Weizen stark, nach Schwarzbrache mittelstark befallen,
- Criewener 104 alte Saat war nach Wickgemenge stark, nach Schwarzbrache wenig befallen,
- Criewener 104 alte Saat war nach Rübsen sehr stark, nach Kleebrache wenig befallen,
- Standardweizen war nach gedüngter Johannibrache sehr stark, nach Erbsen sehr wenig befallen,
- Unbekannte Landsorte war nach Gerste außerordentlich stark, nach Erbsen wenig befallen.

Aus dem Jahre 1928 erwähne ich noch folgende Mitteilung:

Roggen nach		
1926	1927	1928
Wicken	Große Gerste (ungeschält)	Roggen fußkrank
Schwarzbrache	Roggen (geschält)	Roggen gesund

Jedesmal handelt es sich um dieselbe Saat und ungefähr gleiche Bodenverhältnisse. Stellt man diese und die in der Literatur (2, 16, 21) gemachten Angaben bezüglich des Einflusses der Vorfrucht auf den Befall des Weizens mit Fußkrankheit zusammen, so erhält man ungefähr folgende Reihe, die von der schlechtesten Vorfrucht (Gerste) zur besten (Erbsen) ansteigt:

sehr schlecht:	Gerste (Sommer- und Wintergerste)	
	Roggen	
	Wickgemenge	} schlecht nur, wenn dem nachfolgenden Weizen nicht genügend Phosphorsäure und Kali ge- geben wird, sonst sehr gut
	Klee, Klee gras	
mittel:	Schwarzbrache	
	Raps und Rüben	
besser:	Weizen	
	Rüben (auf leichtem Diluvialboden schlechte Vor- frucht)	
	Kartoffeln	
	Hafer	
sehr gut:	Erbsen	

Also: Gerste ist auf solchen Feldern meist die schlechteste, Erbsen die beste Vorfrucht für Weizen und die anderen liegen in der angegebenen Reihenfolge dazwischen. In dieser Vorfruchtreihe fehlen noch Luzerne und Ackerbohnen, über die mir nicht genügend Angaben zur Verfügung standen.

Diese Reihe habe ich auf Grund sehr zahlreicher Angaben zusammengestellt; immerhin ist es möglich, daß sie der Beobachtung im Einzelfall nicht immer entspricht. Für den praktischen Landwirt ist sie jedoch von großer Wichtigkeit; sie gilt nur für solche Felder, die zur Fußkrankheit des Weizens neigen.

Für die Anstellung von Versuchen zur Bekämpfung der Fußkrankheit des Weizens ist diese Vorfruchtreihe wichtig aus folgendem Grund: Häufig legt man die Versuche auf solchen Feldern an, die im Vorjahr von der Fußkrankheit des Weizens stark befallen waren. Da Weizen jedoch eine verhältnismäßig gute Vorfrucht zu sich selbst bezüglich Fußkrankheit ist, so ist die Folge dieser Versuchsanstellung, daß im Versuch auch die unbehandelten Parzellen nicht viel Fußkrankheit zeigen. Es muß also auf dem Feld zunächst Gerste gebaut werden und dann erst dürfen die Versuche gegen Fußkrankheit des Weizens folgen.

Stroh-Untersuchungen.

Da gesunde und kranke Halme bei einiger Übung durch die Verfärbung des Halmgrundes schnell voneinander zu unterscheiden sind, beschloß ich — in Anlehnung an das von Prof. Dr. Neubauer-Dresden auf dem VII. Kalitage vorgeschlagene Verfahren — Strohuntersuchungen auf Gehalt an Stickstoff, Phosphorsäure, Kali

und Kalk zu machen und zwar war Herr Prof. Dr. Goy¹⁾, Direktor des Landwirtschaftlichen Untersuchungsamtes, Königsberg i. Pr., so liebenswürdig, diese Untersuchungen in seinem Institut ausführen zu lassen. Es wurde zunächst folgender Fall untersucht:

Auf einem westpreußischen Gut zeigte im Jahre 1927 ein Weizenschlag auf dem einen Teil geringeren, auf dem anderen stärkeren Befall mit Fußkrankheit. Bodenverhältnisse, Düngung, Sorte, Bestellung und Vorfrucht (Gerste) waren auf beiden Hälften, die durch einen Feldweg getrennt waren, die gleichen gewesen, nur hatte der kränkere Teil im Jahre 1925 Rüben in Stallung mit Kalidüngung gehabt, der gesündere Teil dagegen Wicken. 1924 und 1923 waren auf beiden Hälften dieselben Vorfrüchte gewesen. Trockenenes, gemähates Weizenstroh von den beiden Hälften dieses Schlages sortierte ich, teilweise unter Ausführung mikroskopischer Kontrollen, folgendermaßen:

Probe A wurde dadurch gewonnen, daß von dem kranken Teil kranke Pflanzen aussortiert wurden durch Untersuchung des Halmgrundes, aber auch unter Berücksichtigung der Ährenbildung,

Probe B war eine Durchschnittsprobe des kränkern Teils, selbstverständlich schon vor Aussortierung der Probe A entnommen,

Probe C war eine Durchschnittsprobe des gesünderen Teils,

Probe D wurde gewonnen durch Aussortieren gesunder Halme vom gesünderen Teil.

Die Ähren wurden abgeschnitten und die Untersuchung des Strohs durch das Landwirtschaftliche Untersuchungsamt Königsberg i. Pr. hatte folgendes Ergebnis:

Wassergehalt der Proben: A = 7,68; B = 7,13; C = 6,35;
D = 7,12 %.

Trockensubstanz:

	Phosphorsäure	Stickstoff	Kali	Kalk
	%	%	%	%
Probe A	0,17	0,33	0,59	0,28
Probe B	0,18	0,36	0,59	0,31
Probe C	0,21	0,35	0,49	0,22
Probe D	0,26	0,44	0,49	0,29

¹⁾ Anm. Allen Herren, die mich bei der Ausführung dieser Arbeit mit Rat und Tat unterstützt haben, möchte ich hiermit meinen besten Dank aussprechen.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen scheint zunächst sehr dafür zu sprechen, daß die fußkranken Halme an einem Mangel an Phosphorsäure litten, denn der Phosphorsäuregehalt des Strohs geht mit der Stärke des Befalls vollkommen konform. Herr Prof. Dr. Mitscherlich-Königsberg i. Pr. machte mich jedoch bei einer Unterredung darauf aufmerksam, daß der geringere Gehalt der kranken Halme an Nährstoffen gegebenenfalls auch dadurch verursacht sein könnte, daß die im Halmgrund wachsenden Pilze die Leitungsbahnen verstopft und dadurch die Einwanderung mancher Nährstoffe in den Halm erschwert haben könnten. Man wird allerdings annehmen können, daß durch eine solche Verstopfung der Leitungsbahnen alle Nährstoffe gleichmäßig stark zurückgehalten werden müßten. Im übrigen ließe sich dieser Einwand vielleicht klären durch weitere Untersuchungen, indem man die oben aufgeführten Proben in solchen Fällen vermehrt um folgende:

Probe E gesunde Halme vom kranken Teil,
 Probe F kranke Halme vom gesunden Teil.

Denn wenn die gesunden Halme vom kranken Teil weniger Nährstoffe enthalten als die kranken Halme vom gesunden Teil, so wird man annehmen müssen, daß mit einer Verstopfung der Leitungsbahnen nicht zu rechnen ist. — Nachträglich, d. h. nachdem der Weizen gedroschen war, wollte ich diese sechs Proben aussortieren und ließ sie untersuchen. Das Ergebnis war nichts-sagend, was ich auf die Schwierigkeit der Probe-Entnahme für den betreffenden Landwirt und für mich zurückführe.

Ein anderes Untersuchungsergebnis von einem anderen west-preußischen Gut war 1927 folgendes:

Probe A, entnommen von Schlag 5, der von der Fußkrankheit fast gar nicht befallen war, Vorfrucht Erbsen mit Stalldung, im Herbst 1926 gedüngt, Schlag drainiert, Düngung zu Weizen 1 Ztr. Ammoniak-Superphosphat 9×9 je Morgen, einmal gehackt, Durchschnittsprobe,

Probe B, fußkranker Weizen, entnommen von Schlag 13, Vorfrucht gedüngte Johannibrache, Schlag nicht drainiert, einmal gehackt, Durchschnittsprobe.

Sorte in beiden Fällen Standard-Weizen, Bodenverhältnisse angeblich sonst gleich.

Das Ergebnis der Untersuchung des gemähten Strohs ohne Ähren war folgendes:

Wassergehalt: Probe A = 6,95; B = 8,02 %.

Trockensubstanz:

	Phosphorsäure	Stickstoff	Kali	Kalk
	%	%	%	%
A gesunder, Schlag 5	0,31	0,46	0,77	0,10
B kränker, „ 13	0,25	0,42	0,91	0,10

Auch dieses Untersuchungsergebnis scheint für obige Annahme zu sprechen, nämlich, daß die Fußkrankheit des Weizens mit einem Mangel an Phosphorsäure im Halm zusammengeht.

Im Jahre 1928 entnahm ich selber die Proben von einem fußkranken Weizenschlag und zwar auf dem Felde. Die Krankheit trat dort in großen Flecken auf und der Ackerboden hatte an diesen Stellen eine ganz eigentümliche Struktur: Obwohl es sich um einen „mittelschweren“, jedenfalls nicht ausgesprochen leichten oder humosen Boden handelte, war er auch dort, wo der Pflanzenbestand sehr dünn, also keine Schattengare vorhanden war, so locker, daß man mit einem spitzen Stock mit Leichtigkeit sehr tief einstechen konnte. — Nach der Unkrautflora zu schließen, war der Acker an diesen Stellen bestimmt nicht kalkarm, und ich möchte bei dieser Gelegenheit betonen, daß, wie schon Blunck (2) sagt, direkte Beziehungen zwischen Kalkmangel oder Kalkung und Fußkrankheit fehlen. Eher könnte ich mir denken, daß auf einem Felde, welches zur Fußkrankheit neigt, die Krankheit durch Kalkung noch verstärkt wird, worüber später noch etwas zu sagen sein wird ¹⁾. Es wurden ganze Pflanzen mit Wurzel ausgegraben und zwar

Probe A kranke Pflanzen von kranken Stellen

Probe B gesunde Pflanzen von gesunden Stellen.

Die Untersuchung hatte folgendes Ergebnis (wegen Mangel an Material konnten einzelne Bestimmungen nicht ausgeführt werden):

Kranke Pflanzen von kranken Stellen:

	Stroh	Körner	Wurzel
	%	%	%
Protein	2,61	12,49	—
Wasser	6,78	—	—
Kalk	0,29	0,19	0,43
Kali	1,23	0,55	—
Phosphorsäure . . .	0,24	0,99	0,25

¹⁾ Anm. Stickstoff-Düngung ist übrigens auf den Befall mit Fußkrankheit ohne Einfluß, indem solche Stellen des Feldes, auf die verhältnismäßig viel Stickstoff gekommen ist, ebenso stark erkranken, allerdings später als das sonstige Feld.

Gesunde Pflanzen von gesunden Stellen:

	Stroh	Körner	Wurzel
	%	%	%
Protein	—	10,54	—
Wasser	7,95	—	—
Kalk	0,21	0,07	0,18
Kali	0,74	0,48	—
Phosphorsäure . .	0,18	0,82	0,24

Ich hatte die Proben entnommen, als die kranken Pflanzen bereits völlig abgestorben waren, die gesunden in der Milchreife standen; meines Ermessens darf man diese Prozentzahlen daher nicht miteinander vergleichen. Bemerkenswert erscheint mir aber die nachstehende Gegenüberstellung des Verhältnisses Phosphorsäure : Kalk bei diesen Untersuchungen (die Angabe der Gründe für die Heranziehung gerade dieser Verhältniszahl bleibe ich schuldig):

	Verhältnis von Phosphorsäure zu Kalk in der lufttrockenen Probe		
	Stroh	Körner	Wurzel
Bei gesunden Pflanzen	0,86	11,71	1,33
„ kranken „	0,83	5,21	0,58

Diese Tabelle scheint die oben erwähnte Annahme, daß durch das Pilzmyzel eine Verstopfung der Leitungsbahnen und dadurch eine Erschwernis der Einwanderung mancher Aufbaustoffe aus der Wurzel in den Halm stattgefunden hat, bezüglich der Phosphorsäure zu widerlegen. Wäre diese Annahme richtig, so müßten wohl die Wurzeln der kranken Pflanzen mehr Phosphorsäure enthalten als die der gesunden, während eher das Gegenteil der Fall zu sein scheint. Bekanntlich wissen wir jedoch viel zu wenig oder nichts über die Umwandlung der Nährstoffe in die Aufbaustoffe der Pflanze und daher sollen aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen keine weiteren Schlüsse gezogen werden.

Jedenfalls besteht keine einfache Beziehung zwischen Düngung mit Phosphorsäure und Auftreten der Fußkrankheit. Wenn die Fußkrankheit durch eine ungefähr übliche Phosphorsäure-Düngung bekämpft werden könnte, so müßte man derartige Beobachtungen bei den vielen tausenden bisher durchgeführten Düngungs-Ver suchen schon längst gemacht haben. Auch machte mich Herr Prof. Dr. Densch-Landsberg (Warthe) gelegentlich einer münd-

lichen Unterredung darauf aufmerksam, daß der Phosphorsäuregehalt auch der kranken Halme vom kranken Teil an und für sich nicht als auffallend niedrig anzusprechen ist.

Eriksson (6) empfiehlt zur Bekämpfung der Fußkrankheit Düngung mit Thomasphosphat, Berg (1) Düngung mit Kali und Phosphorsäure. Es handelt sich aber, wie schon gesagt, nicht um ein einfaches Phosphorsäure-Düngungs-Problem und daher stellte ich im Jahre 1928 weitere Nachforschungen an, die nun beschrieben werden sollen.

Einfluß der Wurzel-Entwicklung.

Hafer bleibt, wie oben erwähnt, beim üblichen feldmäßigen Anbau von der Fußkrankheit verschont. Sät man ein Gemenge von Winterweizen und Winterroggen aus, so wird der Weizen wesentlich stärker von der Fußkrankheit befallen als der Roggen (neue Beobachtung des Versuchsringleiters Dr. Sibbe, Liska-Schaaken i. Ostpr., welche ich öfters bestätigt fand). Das geht völlig konform mit den von Schindler (18a) gemachten Angaben bezüglich des Wurzelvermögens¹⁾ dieser Getreidearten. Es heißt dort auf S. 353: „Unter allen Getreidearten besitzt der Hafer das stärkste „Wurzelvermögen“. „Er scheint so starke Organe zu haben“, sagt Thaer, „daß er Nahrungsteile auflöst und an sich zieht, die anderem Getreide nicht mehr fruchten.“ Und auf S. 160 wird gesagt, „daß der Weizen eine geringere Aneignungsfähigkeit für Bodennährstoffe besitzt als der Roggen bzw. daß sein Wurzelvermögen ein geringeres ist“. — Wenn Gerste bei uns in Ostpreußen im allgemeinen nicht so sehr von der Fußkrankheit befallen wird wie Roggen und Weizen, so liegt das vielleicht an den Anbauverhältnissen, vielleicht auch daran, daß „die charakteristische Eigenschaft der Gerste, in der Jugend relativ sehr bedeutende Nährstoffmengen aufzunehmen“, ist (18a, S. 264). Ich habe die vorstehenden Zitate der 1. Auflage von Schindlers Handbuch entnommen, weil sie darin für die hier vorliegende Frage besonders prägnant zum Ausdruck kommen; sinngemäß sind sie, dazu mit neuen, interessanten Erläuterungen, auch in der 3. Auflage enthalten. Z. B. heißt es dort bezüglich der ersten Wurzelentwicklung

¹⁾ Anm. Mit Thomas (20, S. 301) bin ich der Ansicht, daß über die Stärke des Wurzelvermögens vor allem die Größe der absorbierenden Oberfläche entscheidet, daß also das Wurzelvermögen um so größer ist, je größer die Wurzel ist.

(18b, S. 26): „Dabei ist das Gewicht der ersten Wurzelmasse beim Roggen und Weizen sehr erheblich geringer als bei Gerste und Hafer. Letzterer ist durch den bei weitem reichsten Stand an kräftigen Wurzelfasern gekennzeichnet.“

Daß die Fußkrankheit dann nicht auftritt, wenn die Wurzelentwicklung des Getreides eine verhältnismäßig gute ist, dafür sprechen vielleicht auch folgende Beobachtungen:

1. Ein Besitzer im Zentrum Ostpreußens hatte im Frühjahr 1928 seine sämtlichen Roggenfelder, als der Frost aus den obersten Bodenschichten soeben erst heraus war, hacken lassen, bis auf eins. Auf diesem letzteren Schlag allein trat die Fußkrankheit auf und zwar stark, auf den übrigen im Laufe der ganzen Vegetationsperiode dagegen nicht. Dieser Unterschied könnte darauf beruhen, daß nicht leicht erkennbare Bodenunterschiede vorlagen oder daß durch das Hacken eine Aufschließung der Nährstoffe erfolgt ist. Auf Grund der oben erwähnten Tatsachen nehme ich jedoch an, daß durch das Hacken die Wurzelentwicklung in der Jugend angeregt worden und daß deswegen auf den gehackten Feldern die Fußkrankheit nicht aufgetreten ist.

2. Ein Gutsbesitzer in Westpreußen hatte 1927 einen Winterweizenschlag, der in nächster Nähe des Dorfes lag und dessen eine Ecke infolgedessen im Frühjahr von Hühnern dauernd kurz gefressen wurde. Diese Ecke blieb gesund, während der übrige Teil dieses Weizenschlages sehr stark von der Fußkrankheit befallen wurde. Der betreffende Landwirt schreibt: „Der Weizen steht in gedüngter Johannibrache, ging gut auf, war schon im Herbst sehr üppig und erhielt sich dieses Aussehen auch im Frühjahr, so daß ich ihn schon mit den Schafen kurz hüten wollte. Hätte ich es nur getan! Denn eine von meinen Leutehühnern kurz gefressene Schlagecke zeigte nicht eine kranke Pflanze.“ Die Schlußfolgerung des Gutsbesitzers erscheint zunächst voreilig, denn das Gesundbleiben des von den Hühnern befressenen Teils könnte außer auf das Abfressen der Blätter noch zurückgeführt werden auf Bodenlockerung, hervorgerufen durch die Scharrtätigkeit der Hühner oder auf Düngung durch den Kot der Hühner oder auf Wegfressen solcher Insekten, die die Krankheit etwa übertragen, durch die Hühner. Außer der Düngung durch den Kot der Hühner ist meiner Ansicht nach jedoch das Wesentliche dabei gewesen die Förderung des Wurzelwachstums in der Jugend durch die Scharrtätigkeit der Hühner. Gegenteilig ist dazu zu bemerken, daß

durch das an und für sich empfehlenswerte Hacken des Weizens der Wasservorrat des Bodens so aufgespart werden kann, daß er zur Zeit der Blüte für den Weizen zu reichlich wird. Auch gibt Schindler (18a, S. 220) an, daß die Wurzeln des Weizens gegen Bloßlegung besonders empfindlich sind. Jedenfalls wird von der Fußkrankheit sehr häufig auch solcher Weizen befallen, der im Frühjahr gehackt worden war.

Vergleicht man auf einem Weizenfelde, das von der Fußkrankheit befallen ist, die Wurzeln der kranken Pflanzen mit denen direkt daneben stehender gesunder, so zeigt schon der bloße Augenschein, daß die Wurzelentwicklung der gesunden Pflanzen eine viel stärkere ist als die der kranken: Die Zahl der Wurzeln und auch ihre Länge ist bei den gesunden Pflanzen eine wesentlich größere. Bei diesem Vergleich darf man selbstverständlich solche kranken Pflanzen, deren Wurzeln teilweise schon verfault sind, nicht ohne Vorsicht berücksichtigen. Es wäre wünschenswert, daß zahlreiche und genaue Messungen der Wurzeln gesunder und fußkranker Getreidepflanzen von demselben Feld durchgeführt werden, um einen exakten Vergleich zu gewinnen. Dabei müßten Wurzelmessungen auch an solchen Pflanzen angestellt werden, die eben die ersten Erscheinungen der Fußkrankheit zeigen. Ferner könnte man nachprüfen, ob es möglich ist, die Fußkrankheit dadurch künstlich hervorzurufen, daß man kurz vor oder kurz nach der Blüte des Getreides einen Teil der Wurzeln abschneidet.

Wenn man sich fragt, worauf die schlechte Wurzelentwicklung der fußkranken Pflanzen zurückzuführen ist, so wird man damit rechnen müssen, daß die Ursachen dafür zeitlich schon im Frühling oder Frühsommer zu suchen sind, da um diese Zeit bereits die Hauptausbildung der Getreidewurzeln erfolgt. Über den zeitlichen Verlauf der Nährstoffaufnahme und Wurzelbildung bei Gerste unterrichtet uns gut und instruktiv die Arbeit von Sekera (17).

Wurzelentwicklung und Witterung.

Was den Einfluß der Witterung auf das Auftreten der Fußkrankheit anbetrifft, so kann man sich, nach Blunck (2), nicht „dem Eindruck entziehen, daß die Fußkrankheiten nach milden Wintern, nach Spätfrösten und in feuchten Jahren ganz besonders stark und in der schwersten Form auftreten“. — Der Winter 1927/28 war in Ostpreußen nicht milde, wenn auch nicht besonders

hart. Dagegen kam es im Vorfrühling zu sehr schweren Schäden durch Spätfröste und die Monate Mai und Juni des Jahres brachten in vielen Teilen der Provinz zahlreiche und teils auch starke Niederschläge. Ich werde gleich zeigen, wie die Spätfröste und die vorsommerlichen Niederschläge das Auftreten der Fußkrankheit beeinflußt haben.

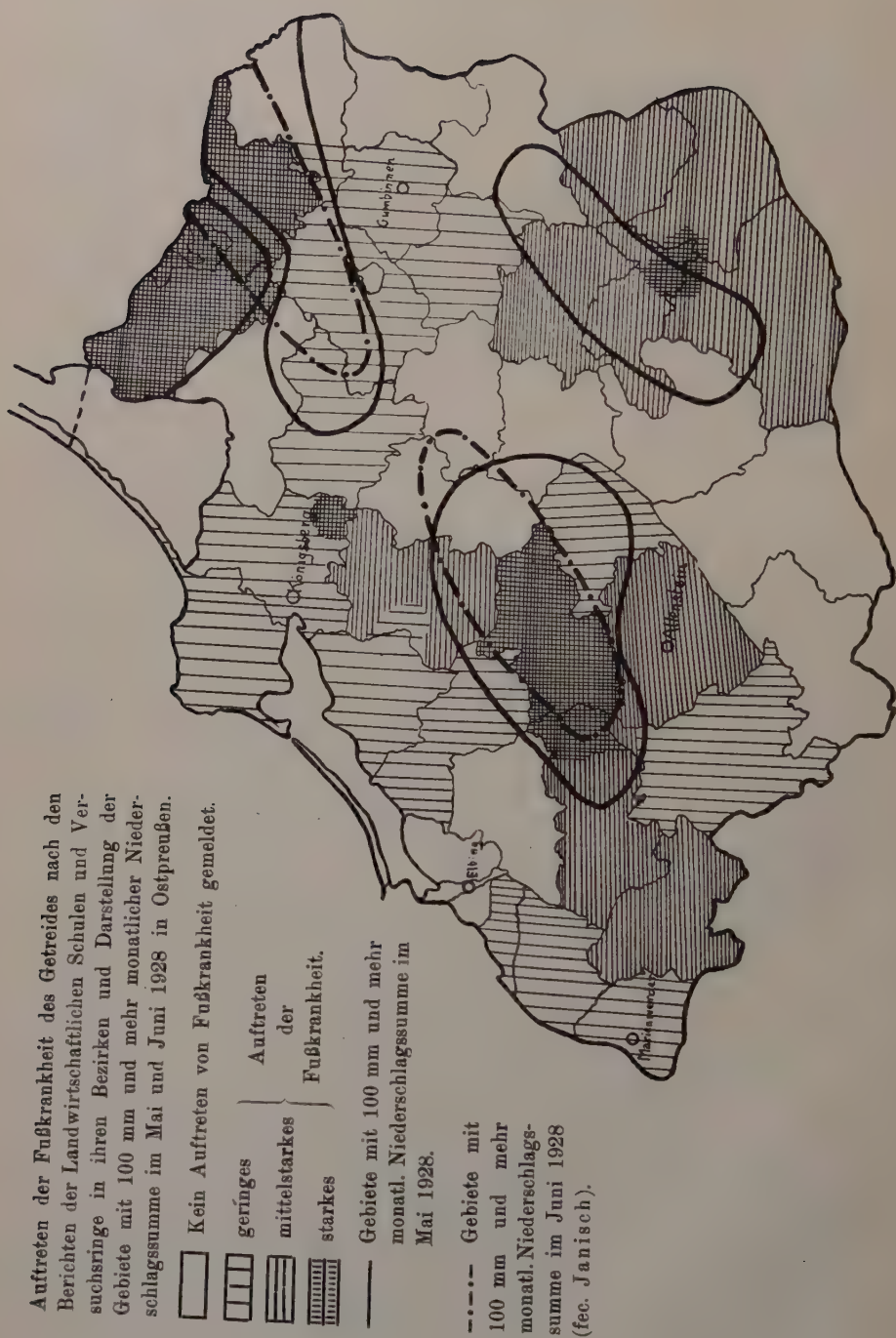
Zunächst sei jedoch noch, was die Spätfröste anbetrifft, auf eine Arbeit von Zimmermann (22) hingewiesen, die für das Verständnis wichtig ist. Zimmermann gibt an, daß im März 1915 in Mecklenburg der Winterroggen stark dadurch geschädigt wurde, daß, besonders vom 5.—10. März, bei Tage Tauwetter, häufig mit Sonnenschein, herrschte, nachts dagegen starker Frost. Es kam dadurch zu dem bekannten „Aufziehen“ oder „Auf frieren“ des Winterroggens. „Bei entsprechender feuchter Witterung wäre eine Neubildung sekundärer Faserwurzeln und somit eine Überwindung des Frostschadens möglich gewesen. Wegen der anhaltenden Dürre konnte jedoch eine Entwicklung von neuen Adventivwurzeln nur in einigen wenigen Fällen festgestellt werden.“ Zimmermann beschreibt dann die Folgen dieser Schäden auf die Entwicklung des Roggens. Vielfach wurde der Bestand so dünn, daß Umpflügung notwendig war; in anderen Fällen blieben die Pflanzen kurz im Halm, fielen vielfach um, verblichen und wurden notreif oder setzten überhaupt keine Körner an; weniger kranke Pflanzen bildeten die Körner noch verhältnismäßig günstig aus, fielen aber vielfach vor der Ernte um. — Die Erscheinungen waren also bei den älteren Pflanzen denen der Fußkrankheit in vieler Hinsicht ähnlich, wenn auch doch etwas andere, weil die Beschädigung der Wurzeln sehr früh eingetreten war. Würde man — wie ich oben vorschlug — in einem späteren Wachstumsstadium einen Teil der Wurzeln abschneiden, so würden sich vielleicht die Erscheinungen der Fußkrankheit zeigen. Ich bin der Ansicht, daß die von Zimmermann beschriebenen Erscheinungen — sie traten vereinzelt auch an Weizen und Raygras auf — als eine Art von Fußkrankheit anzusprechen sind.

Herr Dr. Janisch-Königsberg i. Pr. hat sich der Mühe unterzogen, an Hand der in meinem Institut ausgeführten Untersuchungen und der dort eingegangenen Meldungen einerseits und der Berichte der meteorologischen Stationen andererseits nachzuprüfen, ob sich zwischen dem Witterungsverlauf und dem Auftreten der Fußkrankheit in Ostpreußen im Jahre 1928 Beziehungen

finden lassen. Wir hatten im März schroffen Wechsel zwischen Tagessonnenschein und Nachtfrost, verbunden mit trocknen Winden und nachfolgender Trockenheit, und infolgedessen das Aufziehen der Wintersaaten, ganz wie es von Zimmermann beschrieben wird. Es kam daher zu vielen Umpflügungen, deren Umfang ich anfänglich auf etwa 50000 Morgen geschätzt hatte, die aber wohl noch wesentlich zahlreicher waren, so daß ich meine Schätzung auf über 100000 Morgen erhöhen möchte. Dr. Janisch konnte bei seinen Untersuchungen eine Beziehung zwischen dieser besonderen Witterung des Vorfrühlings und dem Auftreten der Fußkrankheit nicht finden; immerhin sind er und ich der Ansicht, daß einzelne der von uns untersuchten vielen Fälle von Fußkrankheit vielleicht doch durch das Auffrieren im Frühjahr verursacht sein könnten. Dagegen scheint Dr. Janisch eine Übereinstimmung zwischen dem Vorkommen der Fußkrankheit und der Verteilung der Niederschläge gefunden zu haben, die in nachstehender Karte dargestellt ist.

Die Niederschlagsgebiete sind eingezeichnet nach den Karten des Preußischen Meteorologischen Instituts, Monatsberichte (15); man muß bedenken, daß diese Karten etwas geißt sind. Ferner dürfte in diesem Fragenkomplex ja auch die Temperatur Einfluß haben, doch ist dieser schwer zu erfassen. Der Ordnung halber mache ich noch darauf aufmerksam, daß diese Gebiete sich ungefähr decken mit den bei Heller (7) angegebenen Gebieten stärkster Regenfälle im 20jährigen Durchschnitt. Bei den Berichten der landwirtschaftlichen Schulen und Versuchsringe handelt es sich um einen Auszug aus den von diesen laufend monatlich erstatteten Meldungen, nicht etwa um das Ergebnis einer besonderen Umfrage; ich habe auch von weiteren Nachfragen Abstand genommen, weil dadurch vielleicht eine Beeinflussung eingetreten wäre. Die Bezirke der landwirtschaftlichen Schulen und Versuchsringe haben eine verschiedene Größe; sie greifen infolgedessen über die Niederschlagsgebiete teilweise hinaus, ohne daß damit gesagt ist, daß auch das Auftreten der Fußkrankheit über das Niederschlagsgebiet hinausgegriffen hätte und umgekehrt.

Bedenkt man die Schwierigkeit solcher Schätzungen, so wird man bei Betrachtung der Karte zugeben müssen, daß die Fußkrankheit des Getreides in Ostpreußen im Jahre 1928 wesentlich in den Gebieten der stärksten Niederschläge in den Monaten Mai und Juni aufgetreten ist. Dieser Meinung bin auch ich und eine solche Beziehung ist ja in der Literatur schon oft angegeben worden.



Ich nehme an, daß bei einer derartigen Witterung die Wurzelentwicklung der in Rede stehenden Getreidearten eine schlechte ist: Auf lockeren, nährstoffreichen Böden werden die Wurzeln dann nicht in die Tiefe wachsen, weil sie bereits in den obersten Schichten alle notwendigen Nährstoffe finden; auf schweren, bindigen Böden können sie dann nicht tiefer eindringen infolge Mangel an Gasaustausch im Boden. Der Hafer dagegen verträgt eine derartige Witterung gut; er ist nach Merckenschlager und Klinkowski (14) „eine Pflanze feuchten Substrats, er ist Hygrophyt“, während Pflanzen, „wie die Gerste oder der Weizen von vornherein mehr Ackereignung“ oder „Kultureignung mitbringen“. Weizen, Roggen und Gerste müssen wir wohl als Pflanzen eines mehr trockenen Substrats, etwa als Mesophyten, als Steppenpflanzen, betrachten. Jedenfalls scheinen sie dauernde Nässe in ihrer Blütezeit schlechter zu vertragen als Hafer und zwar deswegen, weil sie dann nur kleine Wurzeln ausbilden können¹⁾.

Die Arbeit von Merckenschlager und Klinkowski ist für das Verständnis des ganzen Problems von größter Bedeutung. Es wäre nicht unmöglich, daß solche Pflanzenkrankheiten wie die Weißfledrigkeit und die Dörrfleckkrankheit des Hafers, die Fußkrankheit von Weizen, Roggen und Gerste und wohl auch die „Bodensäure-Krankheit“ bestimmter Getreidearten, sowie die Herz- und Trockenfäule der Rüben uns ein Verständnis des Wachstums der Pflanzen ermöglichen. Wünschenswert scheint es mir zu sein, daß zu Arbeiten über diese Fragen den Biologen, in erster Linie den Botanikern, recht viele Gelegenheiten gegeben werden.

Zusammenfassend stelle ich fest:

1. Von den vier Getreidearten werden von der Fußkrankheit befallen nur diejenigen drei, die schon an sich ein verhältnismäßig geringes Wurzelvermögen haben. Bei diesen drei Arten wieder ist die Reihenfolge bezüglich der Stärke der Bewurzelung:

Gerste > Roggen > Weizen,

dieselbe wie die der Widerstandsfähigkeit gegen Fußkrankheit, nämlich:

Gerste weniger befallen als Roggen weniger als Weizen.

¹⁾ Anm. Wie aus den Untersuchungen von Thomas (20) hervorgeht, wird allerdings auch beim Hafer die Wurzelentwicklung durch große Bodenfeuchtigkeit zunächst geschädigt, aber nur etwa in den ersten 12 Tagen des Wachstums; im weiteren Verlauf der Vegetation ist das nicht mehr der Fall.

2. An der Fußkrankheit leiden nur die drei Getreidearten, deren Wurzelentwicklung darüber hinaus noch durch Nässe in der Jugend gehemmt wird.
3. Weizensorten, die dazu neigen, ein schwaches Wurzelsystem auszubilden, werden stark befallen.
4. Es erkrankten nur diejenigen Pflanzen, die tatsächlich nur wenige und nur kleine Wurzeln ausgebildet haben. Die übrigen Pflanzen derselben Art auf demselben Felde bleiben gesund.

Wurzel und Nährstoffe.

Das bis hierher Gesagte dürfte durch so viele Tatsachen belegt sein, und durch so viele weitere Beobachtungen bestätigt werden können, daß mir an seiner Richtigkeit kein Zweifel zu bestehen scheint. Wenn ich im Nachstehenden darüber hinaus noch einige Erwägungen anstelle, so ist zu betonen, daß für diese die Tatsachen-Beweise fehlen.

Man muß wohl bedenken, daß die Wurzeln den Getreidepflanzen nicht nur dazu dienen, die Nährstoffe dem Ackerboden zu entnehmen, sondern daß sie außerdem teilweise auch das Magazin darstellen, in welchem die aufgenommenen Nährstoffe zunächst deponiert werden, damit zur Zeit der Kornbildung genügende Mengen vorbereiteter Aufbaustoffe zur Verfügung stehen (18a, S. 164 und 18b, S. 102, 194 und 311). Dieses Nährstoffmagazin in der Wurzel scheint beim Hafer auch in Regenjahren verhältnismäßig groß zu sein, weil er auch im nassen Boden starke Wurzeln ausbilden kann). Die Gerste kann anscheinend, wie oben erwähnt, schon in der Jugend relativ sehr bedeutende Nährstoffmengen aufnehmen, so daß ihr, auch bei schlechterer Wurzelentwicklung, später doch genügende Mengen von Aufbaustoffen zur Verfügung stehen; vielleicht wird sie deswegen von der Fußkrankheit weniger befallen; auch ist ihre Wurzelentwicklung stärker als die von Roggen und Weizen. Beim Roggen und noch mehr beim Weizen dagegen ist das Aufbaustoffmagazin für die Kornausbildung zu klein, wenn beim Schossen und in der Blütezeit die Wurzelentwicklung zurückgeblieben ist; etwa im Erdboden noch vorhandene Nährstoffe nützen diesen Pflanzen dann nichts mehr, sondern letztere sterben aus Mangel an vorbereiteten Aufbaustoffen vorzeitig ab, sie werden „fußkrank“.

Die dann eintretenden Erscheinungen unterscheiden sich wesentlich von denjenigen, welche die Folge eines schon in der ersten Jugend vorhandenen Nährstoffmangels sind. Fehlt es den Getreidepflanzen von Anfang an schon an Nährstoffen, so entstehen einfach Hungerpflanzen: Sie bleiben klein und an den Ähren entstehen nur wenige Ährchen und Körner, diese werden aber ganz oder wenigstens fast ganz ausgebildet. Dagegen haben den fußkranken Weizen- und Roggenpflanzen in der Jugend genügend Nährstoffe zur Verfügung gestanden und sie haben sich infolgedessen kräftig entwickelt, besonders viel Blätter gebildet, und auch die Ähre so groß angelegt, als ob für deren völlige Fertigstellung reichlich Material vorhanden wäre. Letzteres war jedoch nicht der Fall, denn das Aufbaustoffmagazin in der Wurzel war für die groß angelegte Ähre zu klein geblieben. Bildlich gesprochen: Hungerpflanzen gleichen einer Fabrik, die von vornherein mit geringem Kapital arbeiten mußte, sich darauf eingestellt hat und sich infolgedessen doch noch schlecht und recht durchs Leben schlagen kann; fußkranke Pflanzen dagegen sind vergleichbar einem Unternehmen, dessen Leiter die Höhe des vorhandenen Kapitals überschätzt haben; sie bauten infolgedessen eine große Fabrik (= Ähre), konnten dann aber keine Ware (= Getreidekörner) produzieren, weil ihnen das Betriebskapital (= Aufbaustoffe aus der Wurzel) fehlte. Der kritische Termin scheint mir der des Schossens und der Blüte zu sein.

Für das Verständnis dieses Vorganges kommen uns die Arbeiten von Eichinger (4, 5) sehr zu Hilfe¹⁾. Er gibt an, daß junge Winterroggenpflanzen, denen es an Stickstoff fehlt, an der fast mikroskopisch kleinen (Länge 1,3—3,9 mm), noch in der Entwicklung befindlichen Ähre zunächst noch eine große Zahl von Ährchenanlagen besitzen, davon aber nur wenige ausbilden, so daß diese jedenfalls fertiggestellt werden können und Körner bringen. „Die Spitze der Ähre mit den sich nicht weiter entwickelnden Ährchen wird abgestoßen.“ Dagegen scheint es mir bei den fußkranken Pflanzen so zu sein, daß sie viele Ährchenanlagen ausbilden, infolgedessen aber gar keine völlig fertigstellen können.

¹⁾ Anm. Wenn Schulze (19) meint, daß die Ergebnisse seiner Untersuchungen denen der Eichingerschen widersprechen, so trifft das meines Erachtens nicht zu.

Fußkrankheit und Boden.

In Jahren mit nassem Vorsommer tritt die Fußkrankheit nicht etwa auf allen Feldern und Ackerböden auf, sondern kranke und gesunde Schläge findet man bunt durcheinander. Das beweist — was schon längst bekannt ist —, daß auch die verschiedene physikalische und chemische Struktur des Ackerbodens Einfluß hat auf die Entstehung der Fußkrankheit. Über die Wirkung der Vorfrucht habe ich schon oben gesprochen. Hierbei sei jedoeh nochmals ausdrücklich betont, daß nach Klee, Klee gras und Wicken gemenge, die ja sonst eine ausgezeichnete Vorfrucht für Weizen darstellen, der Weizen offenbar deswegen so häufig von der Fußkrankheit befallen wird, weil die Landwirte nicht bedenken, daß durch diese Vorfrüchte und die ihnen gegebene Düngung eine verhältnismäßig starke Anreicherung des Bodens mit Stickstoff erfolgt (siehe Löhns, 12). Aus diesem Grunde empfiehlt Berg (1), nach Klee dem Weizen eine verhältnismäßig starke Düngung mit Kali und Phosphorsäure zu geben. Dieselbe Beobachtung konnte auch ich wiederholt machen: Unter Berücksichtigung dieser Vorfrucht und der gegebenen Düngung hätten die betreffenden Landwirte von dem Weizen, der freilich im Vorsommer außerordentlich stark beblattet war, wohl Blattgemüse ernten können, aber keine Halm- und Körnerfrüchte.

Vorstehende Überlegungen machen es wahrscheinlich, daß es unter den angegebenen Wachstumsbedingungen zu einem Mangel auch an kalihaltigen Aufbaustoffen in den fußkranken Pflanzen kommen kann. So beschreibt Hieke (8) einen Düngungsversuch zu Weizen nach Luzerne, bei dem durch die Kalidüngung eine starke Verminderung des Befalls mit Fußkrankheit erzielt wurde. Auch durch einige Stickstoffdüngemittel erreichte er eine Herabdrückung der Fußkrankheit, wenn sie auch nicht so groß war wie die durch Kaligaben bewirkte.

Der Frage der Düngung, besonders der mit Phosphorsäure, bin ich in etwa 20 Fällen nachgegangen und zwar durch mündliche Rücksprache, da auf brieflichem Wege darüber keine Klarheit zu erzielen war. Dabei stellte es sich öfters heraus, daß tatsächlich Phosphorsäuremangel im Ackerboden vorlag; in einem Fall konnte ich einem Landwirt, der bereits wußte, daß einer seiner Roggenschläge phosphorsäurearm war, das Auftreten der Fuß-

krankheit auf diesem Felde voraussagen, was die nachher von uns ausgeführte Besichtigung bestätigte. War die Vorfrucht Klee usw. gewesen, so fand ich — wie gesagt — oft, daß eine einseitig starke Stickstoffdüngung vorlag. In einigen anderen Fällen war zwar eine Düngung mit Phosphorsäure gegeben worden, aber mit schwer löslichen Düngemitteln. Nur sehr selten — oder doch wohl nie — schien auf den fußkranken Weizenfeldern ein genügender Vorrat von leicht aufnehmbarer Phosphorsäure vorhanden gewesen zu sein. Hierbei müssen wir daran denken, daß, wie Schindler (18b, S. 104) bezüglich des Roggens sagt, die günstigste Wirkung der Phosphorsäure sich erst in der Blütezeit bemerkbar macht. Es fällt mir ferner auf, daß man in Frankreich die Fußkrankheit des Weizens und der Gerste angeblich auf großen Flächen erfolgreich bekämpft hat durch Begießen der Felder mit verdünnter Schwefelsäure; andererseits soll Kalkung unter Umständen den Befall mit Fußkrankheit ganz beträchtlich erhöhen (2). Sollte das etwa auf eine Löslichmachung resp. Festlegung von Nährstoffen zurückzuführen sein? Auch scheint ja die Fußkrankheit in Frankreich verhältnismäßig sehr stark aufzutreten und andererseits soll der Verbrauch Frankreichs an Phosphorsäure in den letzten Jahrzehnten verhältnismäßig gering gewesen sein. Mencacci (13) erzielte in Italien 1928 gute Erfolge gegen die Fußkrankheit des Weizens durch Ausstreuen und Unterhacken von Kupfervitriol vor der Aussaat.

Was die Beurteilung des Phosphorsäurevorrats des Ackerbodens für die Fußkrankheit anbetrifft, so müssen wir uns auf Grund des über den Einfluß der Wurzelentwicklung Gesagten über folgendes im klaren sein: Es wäre möglich, daß diejenigen Bodenuntersuchungsverfahren, die Hafer als Versuchspflanze benutzen, seien es nun Topf- oder Feldversuche, nicht geeignet sind, diejenigen Böden zu erkennen, auf denen das Getreide verhältnismäßig leicht an der Fußkrankheit erkrankt. Der Grund dafür ist der, daß der Hafer nicht von der Fußkrankheit befallen wird, weil er ein starkes Wurzelvermögen hat. Das sagt selbstverständlich gar nichts über den Wert dieser Verfahren zur Feststellung der im Ackerboden vorhandenen Nährstoffe, denn diese Nährstoffe sind tatsächlich ja vorhanden. — Ob Topfversuche überhaupt und ferner rein chemische Bodenuntersuchungsverfahren, bei denen die physikalische Struktur des Bodens geändert wird, zur Erkennung solcher Böden geeignet sind, ist vielleicht noch

zweifelhaft. Am ehesten dürften für diesen Zweck Feldversuche mit verhältnismäßig großen Parzellen mit Weizen in Betracht kommen, wobei jedoch auch noch zu bedenken ist, daß es sich nicht um einen einfachen Mangel an Phosphorsäure handelt.

Bekämpfung.

Auf Grund des bisher Ausgeführten lassen sich schon jetzt für die landwirtschaftliche Praxis folgende Vorschläge für die Bekämpfung der Fußkrankheit des Getreides aufstellen:

1. Auf Feldern, auf denen die Fußkrankheit des Getreides aufgetreten ist, wähle man die Vorfrucht für Weizen nach der auf S. 6 gegebenen Reihe aus. Zu betonen ist dabei noch, daß Klee und Wickgemenge sehr gute Vorfrüchte für Weizen sind, daß solchem Weizen jedoch eine reichliche Düngung mit leichtlöslicher Phosphorsäure, auf leichteren Böden auch mit Kali, gegeben werden sollte, während bezüglich der Düngung mit Stickstoff ein Übermaß zu vermeiden ist.

2. Falls eine Änderung der Vorfrucht nicht möglich ist, so ist an Hand der Gestehungskosten, der Erntemengen und der Erntepreise zu erwägen, ob man nicht statt des für Fußkrankheit anfälligen Weizens besser den weniger empfindlichen Roggen anbauen kann.

3. Von solchen Feldern, auf denen die Fußkrankheit des Getreides aufgetreten ist, ist baldigst eine vorschriftsmäßig entnommene Bodenprobe an das zuständige Untersuchungsamt einzusenden zwecks Feststellung des Bodenvorrats an Phosphorsäure und Kali. Dabei ist von dem Auftreten der Fußkrankheit dem Untersuchungsamt Mitteilung zu machen.

4. Von den verschiedenen Weizensorten scheinen diejenigen, die dazu neigen, sich besonders stark zu bestocken, dabei aber nur ein schwaches Wurzelsystem auszubilden, von der Fußkrankheit am stärksten befallen zu werden.

5. Die Wurzelentwicklung der Getreidepflanzen ist auf solchen Feldern mit allen Mitteln zu fördern; zu diesen Mitteln gehören:

- a) bei Auffrieren im Frühjahr baldiges Anwalzen,
- b) Verhinderung übermäßiger Beblattung des Getreides,
- c) Ableitung und Verdunstung alles überschüssigen Bodenwassers kurz vor der Blüte der Getreidefrucht,

- d) sachgemäße Anwendung der Hacke. Für Roggen scheint sie vorteilhaft zu sein, für Weizen dagegen auf Böden, die zur Fußkrankheit neigen, nur bei drohender Trockenheit. Auch solcher Weizen, der eine Hacke bekommen hat, wird oft fußkrank, weil durch das Hacken die Verdunstung des Bodenwassers unterbunden wird. Auf solchen Böden unterbleibt daher das Hacken zu Weizen wohl besser.

Zusammenfassung.

Die von mir über die Fußkrankheit des Getreides ausgeführten Untersuchungen stellen einen ersten Versuch dar, das Problem von der morphologisch-physiologischen Seite aus zu lösen; weitere Arbeiten darüber müssen folgen. Schon jetzt möchte ich annehmen:

Die Fußkrankheit des Getreides ist eine Folge mangelhafter Wurzelentwicklung, meist verursacht durch zu große Nässe des Ackerbodens zur Zeit des Schossens, manchmal auch durch Zerreißen der Wurzeln beim Auffrieren der Saaten im Frühjahr, vielleicht auch noch durch andere Ursachen, wie Pilzbefall. Die Bekämpfung hat also durch Förderung der Wurzelentwicklung zu erfolgen, in erster Linie durch richtige Wahl von Düngung und Vorfrucht.

Literatur-Verzeichnis.

1. Berg, Schlechte Weizenbestände. Amtsblatt der Landw.-Kammer f. d. Regierungsbezirk Kassel, 1927, Nr. 40.
2. Blunck, H., Die Fußkrankheiten des Getreides. Ill. Landw. Zeitung, 48. Jahrg., 1928, S. 223.
3. Crüger, Otto, Fußkrankheit an Weizen. Georgine Nr. 60 vom 2. Juli 1927.
4. Eichinger, Die Beeinflussung der Länge der Winterroggenähren und der Zahl der Ährchen durch Düngung und Aussaatzeit. Angew. Botanik, Bd. X, 1928, S. 66.
5. Eichinger, Erster Bericht über die Tätigkeit der landwirtschaftlichen Versuchsringe der Niederlausitz. Pforten N.-L. 1928, S. 51.
6. Eriksson, Jakob, Die Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturgewächse, II. Aufl., Stuttgart 1926.
7. Heller, L., Wirtschaftliche Ergebnisse aus der Arbeit der Versuchsringe Ostpreußens in den Jahren 1924—26. Königsberg i. Pr. 1927, S. 32.
8. Hieke, F., Einfluß der Düngung auf die Fußkrankheiten des Getreides. Die Ernährung der Pflanze, 24. Jahrg., 1928, S. 411.
9. Hiltner, L., Eine Voraussage! Im heurigen Jahr wird die sogen. Fußkrankheit des Getreides in stärkerem Maße auftreten. Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, 10. Jahrg., 1912, S. 37.

10. Krampe, Oskar, *Fusarium als Erreger von Fußkrankheiten am Getreide*. Angew. Botanik, Bd. VIII, 1926, S. 217.
11. Krüger, Fr., Untersuchungen über die Fußkrankheit des Getreides. Arbeiten aus der Kais. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, Bd. 6, 1908, S. 321.
12. Löhnis, F., Der heutige Stand der Bodenbiologie. Mitteil. der D. L. G., Stück 33, vom 18. August 1928.
13. Mencacci, Sopra alcuni tentativi di lotta contro il „mal del piede“ del frumento. Bollettino della R. Stazione di patologia vegetale, 8. Jahrg., 1928, S. 312.
14. Merkenschlager und Klinkowski, Sind Weißährigkeit und Dörrfleckenkrankheit des Hafers als verschiedene Krankheitsformen einer gleichen physiologischen Störungsgruppe aufzufassen? Nachrichtenblatt f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst, 8. Jahrg., 1928, S. 104.
15. Preußisches Meteorologisches Institut. Monatsbericht über die Niederschlagsverhältnisse in Norddeutschland, 1928.
16. Reinmuth, E., Indirekte Bekämpfungsmaßnahmen im Pflanzenschutz. Mitt. der D. L. G., Stück 5, vom 4. Februar 1928.
17. Sekera, F., Über den zeitlichen Verlauf der Nährstoffaufnahme und Wurzelbildung bei Gerste. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde, Teil B, 7. Jahrg., 1928, S. 527.
- 18a. Schindler, Franz, Der Getreidebau auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage. Berlin 1909, Paul Parey.
- 18b. Ders., 3. Aufl., 1923.
19. Schulze, W., Die Reaktion einiger Winterweizensorten auf Stickstoff. Pflanzenbau, 5. Jahrg., 1928, S. 71.
20. Thomas, Alexander, Studien über den Wasserhaushalt des Hafers. Botanisches Archiv, Bd. 21, 1928, S. 293.
21. Wolfram, A., Die Fußkrankheit des Weizens. Thür. Landw. Ztg., Nr. 42, vom 15. Oktober 1927.
22. Zimmermann, H., Eine Wurzelerkrankung des Roggens infolge Frostes. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten, Bd. 26, 1916, S. 321.

Die Anwendung künstlicher Beleuchtung bei der Sortenechtheitsprüfung der Samen im Winter.

Von

Dr. H. Bos, Wageningen (Holland).

Mit 11 Abbildungen.

Im Biologischen Zentralblatt 1925, Bd. 45, S. 627 (Lit. No. 8) veröffentlichte Prof. N. A. Maximow (Leningrad) die Resultate seiner Versuche über die Anwendung elektrischer Beleuchtung bei der Pflanzenkultur. An dieser Stelle wies er schon darauf hin, wie man diese Methode benutzen könne zur Pflanzenaufzucht aus Samen in einer Jahreszeit, welche keine genügende Tageslichtmenge dafür biete. Wodurch sich die Möglichkeit ergebe, auch in dieser Zeit die Sortenechtheit der Samen zu kontrollieren, wenn die Merkmale der Samen selbst oder der Keimlinge diese auszuweisen nicht imstande sein sollten, wie es ja so oft der Fall ist.

Mit außerordentlich großem Interesse las ich die Abhandlung, da sie meine eigenen Versuche streifte, und ich nahm mir vor, zu gelegener Zeit darauf zurückzukommen. Mit der staatlichen Versuchsstation in Wageningen ist nämlich nominal seit 1919, praktisch aber erst seit März 1921 eine neue Abteilung zum Zweck der Sortenechtheitsprüfung verbunden. Die schon lange bestehende Prüfung auf Keimkraft, Reinheit, Wassergehalt u. a. gelingt zu jeder Jahreszeit, da die zufällig in der Natur fehlenden Bedingungen, wie Temperatur- und Feuchtigkeitsgrad, leicht künstlich ersetzt werden können. Die Echtheit aber kann nur durch Kultur der Pflanze selbst erwiesen oder abgelehnt werden; die neue Abteilung sollte diese Kultur in die Hand nehmen und wurde demnach „Kulturkontrolle“ genannt; das heißt Kontrolle mittels der Kulturmethode.

Im großen ganzen kann eine solche Kontrolle nur eine nachträgliche sein: die Versuchsstation wird nicht eher zum endgültigen Urteil gelangen als die Praxis selbst. Der Nutzen für den Käufer beschränkt sich darauf, daß dieser in dem Gewächs auf dem Versuchsfelde einen unwidersprechlichen Zeugen findet bei eventuellen Entschädigungsprozessen infolge Lieferung unechter Samen. Die Samenprobe kann ja bei Ankunft der Partie unter Zeugen herausgenommen und versiegelt zur Untersuchungsanstalt befördert werden;

der eigene Bau des Landwirts kann nie seine Entstehung aus der gehandelten Partie beweisen.

Jedoch eine Kontrolle, welche den Landwirt oder Gärtner vor der Aussaat warnen kann, ist selbstredend von größerem Wert, weil sie einer unrichtigen Kultur vorzubeugen vermag. Somit soll alles, was dazu dienen kann, die Möglichkeit eines frühzeitigen Urteils zu fördern, als Verbesserung angesehen werden, sei es auch, daß das Urteil zwar nicht vor der Aussaat, aber doch vor dem Zahlungstermin abgefaßt werden kann.

Es ist hier nicht der Ort, auf die juristische und ökonomische Seite weiter einzugehen. Aber man sieht schon ein, daß hier sowohl das Erkennen der Sorte als ganz junge Pflanze, als auch eine frühzeitige Treibkultur, oder schließlich eine Kombination beider Methoden Hilfe leisten können, um schon vor der Aussaat Gewißheit zu erlangen. Da aber jede Pflanzenart ihre speziellen Forderungen in dieser Hinsicht stellt, gilt es eben auch, für jede Art die beste Anwendung der vorzeitigen Kultur ausfindig zu machen.

Meine Aufmerksamkeit wurde schon im Vorwinter 1922/23 auf die Möglichkeit der Frühlkultur in Warmhäusern gerichtet, speziell mit Bezug auf die Probesendungen von Silberzwiebeln. Die Kultur dieser Zwiebel (eine *Allium cepa*-Sorte, nicht zu verwechseln mit den erbsgroßen Perlzwiebeln, worunter man die Brutknospe von *Allium ampeloprasum* versteht) ist in Holland eine spezifisch auf bestimmte Böden beschränkte, hauptsächlich in der Provinz Zeeland betriebene. Es finden sich da in bestimmten Kreisen manche Hektare geeignet und benutzt für die Kultur dieser kleinen feinen Zwiebeln, von 1—3 cm Durchmesser, die zum Zweck des Einmachens (Onionpickling) gezüchtet ist. Diese Kultur erfordert viel Arbeit und eine Fälschung der äußerlich (oder an den Keimen) nicht zu bestimmenden Samen (70—80 kg per ha) bringt somit großen Verlust.

Nun wollten wir fürs erste versuchen, schon im Vorwinter (Dezember) im Warmhause auszusäen, um zu ermitteln, ob sich vielleicht auch die jungen Pflanzen soweit entwickeln möchten, daß sie wenigstens einen Anhalt für ein Urteil abgeben können. Leider hinderte mich in den Wintermonaten eine Krankheit, genügend nach den Versuchen zu sehen und eventuell einzugreifen. Doch erhielt ich im Frühjahr die Überzeugung, daß Wärmezufuhr allein die Pflanzen nicht zu einem beurteilungsfähigen Stadium bringen könne wegen Mangel an Baustoffen, welcher nicht genügend durch

Assimilation ausgeglichen wird. Also Zufuhr von Licht war unbedingt notwendig; deswegen schritt ich in 1923/24 zur künstlichen Beleuchtung. Es drängte um so mehr, als grobe Fälschung der aus Italien eingeführten Samen im vorigen Sommer manchen Züchtern viele Tausende Gulden Schaden gebracht hatte.

Daß Pflanzen aus Samen (zumal aus ziemlich winzigen) aufgezogen beim Treiben durch Wärme nicht mit getriebenen Blütensträuchern oder Blumenzwiebeln ohne weiteres verglichen werden können, ist ersichtlich; die letztern besitzen ja die Baustoffe für die neuen Teile als Reservestoffe; den ersteren mangelt es daran, sobald der Reservestoff in den Samen verbraucht ist; und das junge Pflänzchen hat zu kleine Oberfläche, um das ohnehin dürftige Tageslicht genügend auszukosten.

Mein erster Versuch, im Winter 1923/24, galt außer den Silberzwiebelsamen auch denen von Futterrüben und Spinat. Meine hölzernen Zuchtkästchen hatten 45×30 cm Oberfläche und 35 cm Tiefe; ich ließ sie mit den Längsseiten nebeneinander paarweise im Warmhaus aufstellen. Über jede Mittelgrenze wurde ca. 35 cm über der Bodenfläche eine Glühlampe von 100 Watt ($\frac{1}{2}$ Watt), also von nicht ganz 200 Normalkerzen, angebracht. Von der Zeit an, wo die Keimlinge über dem Boden standen (Anfang November), wurde der Wintertag morgens und abends durch künstliche Verlängerung stets auf 12 Std. gebracht; weitere Details lasse ich hier fort, weil die Einrichtung sich doch später änderte. Die Pflanzen blieben am Leben, wuchsen aber sehr wenig. Sowohl das auftretende Etiolement, wie auch die Beobachtung, daß diejenigen Pflanzen, welche senkrecht unter der Lampe standen, einen Vorsprung bekamen, gaben mir die Überzeugung von der Unzulänglichkeit der Lichtmenge. Ich hatte diese, in der Befürchtung, zu starkes Licht (eventuell Wärme) möchte schädigen, zu schwach genommen. Es ergab sich, daß Silberzwiebeln, welche am 2. November und solche welche am 11. Januar gesät waren, am 14. Februar gleiche Entwicklung zeigten, so daß die Assimilation ungefähr gerade den Atmungsverlust deckte. Die Pflanzen der nicht belichteten Kontrollkästchen aber gingen ein; das Licht hatte also doch merkbaren Einfluß. Und so faßte ich endlich am 25. Februar den Entschluß, für eines der Kästchen, die eine (halbe) Lampe durch drei nebeneinander aufgehängte Lampen von je 100 Watt zu ersetzen und den 12-stündigen Tag (Tages- und elektr. Licht) auf einen 14 bis 15-stündigen zu bringen. Jetzt sah ich nach Verlauf einer Woche

schon merkliches Wachstum, nach drei Wochen Zwiebelansatz und am 25. März war ich für mich selber schon überzeugt von der Sortenechtheit. Am 8. April waren manche Exemplare, obwohl nicht von ganz gehöriger Größe, doch für das Einmachen reif; sie hatten die gute Form, und das spärliche zwei- bis vierblättrige Laub starb ab. Eine Abbildung dieses grundlegenden Resultats findet sich in Abb. 1. Die darauf vorkommenden Stangen und Röhren haben nichts mit dem Versuch zu tun. Das Bild wurde Ende April aufgenommen, doch würde es schon am 8. April den nämlichen Eindruck gemacht haben, bloß, daß das Absterben der Blätter etwas weiter vorgeschritten ist; die Zwiebeln waren jetzt fast gänzlich in ihren ersten Ruhestand getreten.

Von jetzt an nahm ich jeden Winter Änderungen vor, welche zum Teil sich als Besserungen erwiesen, zum Teil auch wieder verlassen wurden. Im Winter 1924/25 war die Tiefe der Kästchen auf 20 cm zurückgeführt, um die Verschiebung in dem Arrangement der schweren Grundmassen während des Versuchs zu erleichtern; jedes Kästchen sollte ja zeitweilig einen günstigen Platz bekommen. Die Lampen zur Belichtung von ca. $1\frac{1}{2}$ qm, 8 an der Zahl, wurden unter eine flachkonische Blechkappe mit weiß angestrichener Unterseite in einem Kreis aufgehängt, damit das Licht auch reflektiert werden konnte. Diese Kappe konnte hochgezogen und heruntergelassen werden behufs Entfernung (am Tage) oder Regulierung des Abstandes beim Wachstum der Pflanzen. Es stellte sich aber bald heraus, daß diese Kappe sich zu stark erwärmte und diese Wärme auch wieder auf die Pflanzen zurückstrahlte; Durchlöcherung um die erwärmte Luft schnell zu entfernen, half nur ungenügend. Nach einiger Zeit wurde sie durch eine weiße papierene Abschließung ersetzt. Von Anfang an wurde der ganze Lichttag auf 14 Std. gebracht, wobei das künstliche Licht abends um 11 Uhr ausgeschaltet und je nach Bedarf in den trüben Tagen morgens eine Zeit lang zur Hilfe herangezogen wurde. Es wurde jetzt außer mit den verschiedenen eingesandten Proben von Silberzwiebeln, auch mit Schnittsalat, Spinat, Radieschen, gelben und roten Speisewiebeln experimentiert. Das Urteil über die Silberzwiebeln konnte im März festgestellt werden, also vor der Aussaat. In der Art des Wachstums und des Zwiebelansatzes machten sich bei den verschiedenen Rassen Unterschiede bemerkbar, woraus auf Früh- oder Spätreife, auf feinere oder grobere Sorten geschlossen werden konnte. Eine dieser Proben machte mir vielen Verdruß; ich konnte

längere Zeit nicht unterscheiden, ob ich sie als eine kleine zartere Einmach- oder als eine größere, weiße Speisezwiebel betrachten sollte. Dieser Übergang erwies sich aber später bei der Kultur im offenen Felde als zu der Sorte gehörig; die künstliche Kultur gab also auch in diesem Falle ein richtiges Bild. Die Versuche mit rotgerändertem amerikanischem Pflücksalat und gelbem australischem führten, obwohl allmählich, schließlich doch zur Unterscheidung; die bei der gewöhnlichen Kultur roten Keimblätter der ersten Sorte



Abb. 1. Grundlegender Versuch. Silberzwiebeln, der künstlichen Beleuchtung von 3×100 Watt ausgestellt. Dauer (Tageslicht und elektr. Licht) der Gesamtbeleuchtung 12 bis 15 Stunden täglich.

blieben dabei grün, was ich auf zu hohe Temperatur zurückführen möchte (verstärkte Atmung); erst am dritten und vierten Blatt bildete sich ein roter Rand. Es ergab sich weiter, daß kraus- und glattblättriger Spinat, wenigstens, wenn die Sorten diese Eigenschaften gut ausgesprochen besitzen, mit einiger Übung auch bei der Kunstlichtkultur sich unterscheiden lassen. Mit Radieschen hatte ich keinen Erfolg, die Hypokotyle entwickelten sich stark in die Länge, die Knollenbildung blieb aus, und schließlich starben die Pflänzchen ab. Auch die Sorten der gewöhnlichen gröberen Speisezwiebeln lieferten keinen Anhaltspunkt.

Im nächstfolgenden Winter 1925/26 benutzte ich vom Anfang an die neue Lichtkappe. Diese ist ein rechteckiger, mit weißem Papier bekleideter, gürtelförmiger Rahmen wie in Abb. 4a gestützt auf die verlängerten, ausschiebbaeren vertikalen Rippen. Somit kann der reflektierende Gürtel je nach der Höhe der Pflanzen gehoben und gesenkt werden. Die acht Lampen hängen zu vierten hintereinander an zwei Holzstäbchen, parallel zu den kurzen Rechteckseiten; diese Stäbchen sind verschiebbar, dadurch kann jede Pflanzenlinie zu ihrer Zeit senkrecht von oben beleuchtet werden; die sonst merkbare Bevorzugung einzelner Stellen und die infolgedessen heliotropische Biegung der weiter entfernten Pflänzchen wird dadurch kompensiert. Es sei noch bemerkt, daß ich an der Stelle des im Winter 1925/26 gebrachten, weißpapierenen Deckungsrahmens (oberhalb der Lampen) im Winter 1926/27 auf einige Zeit einen Spiegel benutzte, um den diffusen Reflex von oben durch einen strahlenden zu ersetzen. Es erfolgte aber gerade wie bei der Metallkappe eine zu starke Temperatursteigerung. Da sich schließlich die totale Lichtmenge auch ohne Reflex von oben bei der längeren Beleuchtungszeit als genügend erwies, habe ich endlich die ganze Decke weggelassen; die Ventilation, welche sonst nur durch die Spalten zwischen Decke und Gürtel stattfand, wurde dadurch beträchtlich ausgiebiger.

Die ziemlich flachen Kästchen der früheren Versuche wurden ersetzt durch höhere von 50 cm. Die Wurzeln hatten zu wenig Raum und krümmten sich zu stark gegen den Boden. Auch spezielle Versuche wiesen darauf hin, daß die meisten Wurzeln in einem lockeren Gartenboden sehr schnell eine beträchtliche Länge erreichen. Die Kunstbeleuchtung habe ich in die Nacht verlegt, von ca. 11 Uhr abends bis zum folgenden Morgen, sobald das Tageslicht genügt. Es wird also insgesamt ein Tag von 16—17 Std. geschaffen, eine Nacht von 7—8 Std., in Übereinstimmung mit der Anordnung in den längsten Sommertagen in unserer Gegend. Jedoch mit dem Unterschiede, daß um 11 Uhr abends die „Sonne“ nicht aufgeht, sondern unmittelbar hoch am Himmel steht, während der Abend den natürlichen Lichtverlauf hat. Und weiter, daß man jeden Tag auf mindestens 9 Std. (11 Uhr abends bis 8 Uhr morgens) strahlenden Lichtes rechnen darf.

Meine phänologischen Studien, sowie die über Treibkulturen brachten mich dazu, die Aufmerksamkeit auf den natürlichen Vegetationsrhythmus der Pflanzen zu lenken, welchem die Kultur so oft

Gewalt antut, der er sich aber mit geringerer oder größerer Kraft widersetzt. Es leuchtete mir ein, daß dieser Rhythmus als Sortenmerkmal anzuwenden sei bei denjenigen Pflanzen, bei welchen er genügende Widerstandsfähigkeit gegen willkürliche äußeren Umstände zeigt. Dahin gehören in erster Linie die Arten, welche sowohl Sommer- als Wintersorten liefern; weiter die, welche einen mit dem vorigen Fall verwandten Lebensgang mit sowohl ein- wie zweijährigen (sogar ausdauernden) Sorten oder Rassen haben. Von den ersteren bieten sich die Getreidearten schon ohne viel Suchen von selber dar. Wenn man ein Sommergetreide im Vorwinter keimen läßt, und in den folgenden Monaten genügendes Licht und genügende Wärme zuführt, so liegt es auf der Hand, zu erwarten, daß in der natürlichen Wachstumsfortsetzung keine Stauung eintreten wird. Ob im gleichen Falle der Vegetationsrhythmus der an eine Ruhezeit gewöhnten Wintersorte fest genug sein sollte, dem Licht- und Wärmezwang zu widerstehen, würde durch den Versuch erkannt werden können. Wenn der Widerstand sich genügend zeigte, würde das Wachstumsbetragen zur Sortenbestimmung ausreichen.

Kaum hatte ich diesen Plan festgelegt, als mir die oben erwähnte Arbeit von Maximow zu Gesicht kam, eine Arbeit, welche zwar ursprünglich anderen Zielen nachstrebte, aber nebenbei auch nachdrücklich die Möglichkeit der Anwendung seiner Methode auf die Samenkontrolle streifte. Seine positiven Erfahrungen unterstützten mich bei der Ausführung meiner Versuche (wobei ich inzwischen gerne die Priorität an Herrn Maximow abtrete). Seine Ergebnisse fand ich bei Gerste und Weizen glänzend bestätigt. Für Roggen fand ich in diesem Winter keine Gelegenheit mehr, doch zeigte sich das nämliche Resultat im nächstfolgenden gleichfalls. In Abb. 5 u. 6 sieht man meine Resultate mit Gerste abgebildet. Gerste und Roggen (Sommerform) setzen ihr Wachstum gleichmäßiger fort als Weizen. Bei diesem (wenigstens bei der Japhetsorte) tritt nach der Bildung eines kleinen Stengelanfanges (+ 1 cm) ein kurzer Stillstand ein; nach dieser Pause schießt der Stengel weiter durch und bildet, wie die anderen Sommergetreide, kurze Ähren, schließlich einzelne Körner. Ob dieses etwas abweichende Verhalten daran liegt, daß der Übergang zwischen Sommer- und Wintersorten bei Weizen weniger scharf ist als bei Gerste und Roggen, weiß ich nicht. Um sicher zu sein, daß man auch für die noch bei später Aussaat reifenden Winterweizensorten die er-

wähnte Methode benutzen kann, nahm ich den Versuch mit holländischem „Wilhemina-weizen“ vor, welcher ja bisweilen noch im Februar ausgesät wird. Im offenen Felde hatte ich Ende April nebeneinander Japhet (Sommer-), Panzer (echter Winter-) und Wilhelmina (Winter- mit Übergangsneigung) gesät. Das Resultat sieht man in Abb. 2. Im Spätsommer, als die Japhetkörner schon längst in dem Spatzenmagen verschwunden waren, lieferte Wilhelmina eine geringe Zahl loser Ähren, während Panzer starrköpfig die gebotene Gelegenheit zum Schießen ablehnte. Unter der Lichtkappe aber betrug sich der Wilhelmina ganz wie andere Winterweizen.

Gegen Ende des nämlichen Winters 1925/26, in dem sich der erste Versuch mit diesem Getreide abgespielt hatte, erhielt ich eine Bitte aus der Praxis, möglichst bald auszumachen, ob eine eingesandte Samenprobe aus Sommer- oder aus Winterweizen bestünde. Mit der gewonnenen Erfahrung war es mir jetzt möglich, innerhalb 5—6 Wochen Auskunft zu erstatten; eigentlich hätte ich schon etwas früher ein Urteil abgeben können, wie ich jetzt weiß, aber vorsichtshalber nahm ich den Termin etwas länger.

Daß eine solche Bestimmung ihren Wert hat, wurde schon im Vorsommer 1926 klar. Den Überschwemmungen im Winter 1925/26 war viel Winterweizen zum Opfer gefallen, an manchem Ort folgte jetzt auf diesen Äckern die Aussaat von Sommerweizen. Da dieser aber in den Niederlanden gewöhnlich wenig gezüchtet wird, reichte die vorhandene Samenmenge nicht aus, und so war die Versuchung groß, auch einmal Winterweizensamen abzugeben.

So ergingen an unser Institut Klagen über Sommerweizen, welcher nicht schießen wollte und bei unserem Besuch an Ort und Stelle lag die Sache klar. Es erweist sich also, daß der Fingerzeig, welcher sich sowohl im Aufsatz Maximows als in dem Eichingers findet (siehe Literaturangabe 19), nämlich durch Anwendung künstlicher Beleuchtung im Winter den Vegetationsrhythmus als Kriterium zu Hilfe zu ziehen, schon in der Praxis unserer Versuchsstation benutzt wird.

Im selben Winter 1925/26 wurden die Versuche mit künstlicher Beleuchtung wiederholt mit Radieschen (ohne Resultat) und neu angestellt mit Markerbsen. Eine behufs gewöhnlicher Feldkontrolle eingesandte Erbsenprobe „Wunder von Witham“ wurde mit gutem Erfolg unter die künstliche Beleuchtung gestellt und soweit gebracht, daß die Schoten die charakteristische, an der Spitze schwach säbelartig gekrümmte Form zeigten, welche für die Sorte bezeichnend ist.

(Im Bilde, Abb. 11, sind sie noch nicht ausgewachsen und die Bauchseite ist noch konvex.)

Im Winter 1926/27 wurde das Verfahren wenig geändert. Den zeitweiligen Versuch, die Deckplatte der Kappe durch einen Spiegel zu ersetzen und die Kompletierung der Getreideresultate durch den Versuch mit Wilhelminaweizen und mit Roggen habe ich schon erwähnt. Vom letzteren sei noch hervorgehoben, daß an den am 11. Dezember sich über der Erde zeigenden Keimpflänzchen des Sommerroggens innerhalb 4 Wochen der 1. Stengelknoten schon in 1—2 cm Höhe über dem Korn zu finden war;



Abb. 2. Sommer- und Winterweizen (alle gesät 24. April). Am 10. Sept. 1926. Links: Japhet (S.), ganz totreif; Mitte: Wilhelmina (W. kann aber noch spät im Winter gesät werden), mit einzelnen Ähren; Rechts: Panzer (W.), nur starke Bestockung, keine Ähren.

am 17. Januar war ein Stengel von 25 cm mit noch eingeschlossener, aber doch schon grannentragender Ähre fertig. An diesem Tage hatte der Winterroggen es nur zu einem Stengelchen von wenigen Millimetern gebracht und fing an, sich für die Bestockung vorzubereiten.

Von Karotten wurden nebeneinander gesät: „Amsterdammer“ und „Flakkeesche“, also eine feinere Sommer- und eine gröbere Wintersorte. „Winter“ heißt hier nur, daß sie für den Winter aufgespeichert und alsdann konsumiert wird. Die letzteren entwickelten ein viel kräftigeres Laub, aber zum Ansatz von Rüben kam es noch nicht (siehe aber weitere Versuche 1927/28).

Weiter wurden vier MarkerbSENSorten verschiedenen Wachstums nebeneinander gezogen. „Vroege stam- of kruipdoppers“ (a), Stamdopper „Wunder von Witham“ (b), „William Hurst“ (c) und „Laxtons Prolific“ (d). Von diesen Sorten ist nämlich: a sehr niedrig, b halbniedrig, c etwas höher, d eine hoch wachsende Sorte. a und c haben blaugrüne, b und d blondgrüne Laubfarbe. Es bewährten sich bei der Beleuchtungskultur die verschiedene Höhe der Sorten, die Verschiedenheit der Laubfarbe, die mehr gleichzeitige Anlage aller Blüten bei a gegenüber den mehr allmählich nacheinander erscheinenden bei b und c. Die Sorte d, obwohl sie mehr als $\frac{1}{2}$ m hoch war mit 10—12 Blättern (am 7. Februar mußte dieser Erbsenversuch wegen Raummangels abgeschlossen werden), bildete noch keine Blüten, gerade wie auch im Felde diese hoch gewachsenen Sorten erst später zu blühen anfangen. Die Schoten von a und b und c zeigten, wiewohl nicht groß ausgewachsen, doch die zur Sorte gehörige Form.

Radieschen bildeten bei einigen Exemplaren eine kleine spindelförmige Knollenanlage an dem im Boden steckenden Unterende des oberirdisch sehr lang gestreckten Hypokotyls. Glatt- und krausblättriger Spinat war an den Blättern vom 2. oder 3. an zu unterscheiden. Die Scheiben zogen sich aber in die Länge und verschmälerten sich, was für die Ausbildung der Bombierung nicht förderlich war; der Unterschied machte sich nur als tiefere Lage der Nerven geltend. Zwischen früh- und spätaufsteigenden Spinatsorten war der Unterschied verwischt, bei allen trat die Blütenbildung sehr früh ein.

Im Winter 1927/28 wurde die Anordnung der Lampen etwas geändert. Statt 8 nahm ich jetzt 4 von der doppelten Lichtkraft, jede also von 200 Watt ($\frac{1}{2}$ Watt). Ich kam dadurch dem Charakter des eigentlichen Sonnenlichtes näher. Jedes Lampenstäbchen trug also nur zwei Lampen. Ob es eine Verbesserung ist, wage ich noch nicht zu entscheiden.

Außer den Sorten, deren Verhalten schon bekannt war, und zu deren Feststellung schon manche Proben auf „Eilversuch“ einliefen, wurden auch noch neue untersucht und die vorigen auf die Einzelheiten ihrer Entwicklung feiner geprüft.

Zu den letzteren gehörte erstens der Sommerweizen (Japhet). Es stellte sich heraus, daß die Pflänzchen, als Keimlinge am 19. Dezember unter die Lichtkappe gebracht, am 21. Januar Stengelchen von fast 1 cm Länge zeigten mit 6—7 Knoten, an den

untersten mit sehr deutlichen Bestockungsknospen. Die Ähre war am Gipfel noch nicht sichtbar; wohl aber am 25. Januar, klein, doch unverkennbar. Nach dieser Anlage fing ein kräftiges Wachsen an. Am 4. Februar war der Stengel etwa 12 cm, hatte am Fuß drei aneinander gedrängte Knoten, darüber ein Internodium von $\frac{1}{2}$ cm mit austreibender Seitenknospe; das nächste lange Glied war 8 cm lang, dann folgte eins von 3—4 cm und schließlich zwei oder drei, zusammen ein paar mm; am Gipfel die Ähre. Die ganze Länge der Blätterröhre betrug vom Boden ab 40—50 cm. Ein Paar Basisknospen, zur Bestockung bestimmt, zeigten auch schon eine beträchtliche Blätterröhre. Am 12. Februar war die Ähre etwa 3 mm lang, wohl gegliedert und kräftig; von jetzt an wuchs alles schnell. Die Stauungsperiode des Stengelwachstums fiel also zwischen den 21. und 26. Januar; in dieser Zeitspanne bildete sich die Ährenanlage und trieben die Kronenwurzeln und Bestockungswurzeln aus; von den letzteren die unteren mit Blattröhren von ziemlicher Länge versehen. Man kann also annehmen, daß im vorstehenden Falle die endgültige Erkennung des Gewächses als Sommergetreide ungefähr 6 Wochen brauchte: 19. Dezember bis 1. Februar. Dieses letzte Datum wird als Mittel zwischen 25. Januar und 4. Februar angenommen. Wenn die Stadien noch schärfer studiert werden, ist es möglich, noch einige Tage früher einen Entschluß zu fassen.

Auch die Radieschenprobe wurde wieder aufgenommen, und zwar mit einer Scharlach-Kugelrasse, ebenfalls als Keimpflanzen am 19. Dezember unter die Kappe gestellt. Diesmal war die Fürsorge angewandt, um den Pflänzchen sehr früh eine gehörige Entfernung voneinander zu geben, somit sofort großen Raum zur Verfügung zu stellen. Die Pflanzen blieben kräftiger und fielen nicht so bald um, obgleich auch jetzt wieder das Hypokotylglied sich über den Boden verlängerte. Bei diesem Auswuchs verlängert sich auch immer meistens bis in die Erde das von den Keimlappen herabsteigende Hypokotylrohr, das sich vom unteren Ende ab später bis zu seinem Ansatz in zwei Lappen teilt. Dieses Rohr ist auch bei weißer Knolle immer rötlich. Es berstet und vertrocknet, wenn die Knolle sich aus dem Hypokotyl entwickelt. Diese war bei einem Exemplar am 3. Januar schwach spindelförmig; am 21. Januar waren an der Hälfte der Pflanzenzahl längliche Knollen der richtigen roten Farbe gebildet, welche aber von da an nicht mehr wuchsen. Die Pflanzen bildeten jetzt sehr schnell Blütenstengel, im Verlauf von 6 Tagen bis zu 20 cm Höhe.

Das Resultat war also nicht genügend; es konnte nur die Farbe, nicht die Form der Knolle konstatiert werden. Immerhin war dies der erste Versuch, der Knollen lieferte; bei besserer Regulierung der Temperatur (worüber später) kann man vielleicht etwas erreichen, wenn von Anfang an großer Raum gegeben wird.

Ebenfalls waren die Resultate mit „Amsterdamer“ Treibkarotten in diesem Jahr etwas mehr befriedigend. Auch diese hatte ich von Anfang an auf größere Entfernung gestellt. Bei



Abb. 3. Karotte „Amsterdamer Treib“. Unter Gesamtbelichtung von 17 Stunden täglich (abends 11 bis mittags 4). Rechts die gute Form, nur zu kurz; links die falsche zu sehr konische Form.

einer kleinen Zahl kam es zur Karottenbildung und sogar, wenn auch in geringen Dimensionen (etwa 4 cm Länge), zur Abschließung der Form, welche hier eine mit ganz abgerundeter Spitze ist. Es ließ sich sogar feststellen, daß eine Dreizahl wahrscheinlich einer anderen Rasse angehörte (Abb. 3).

Eine wertvolle Errungenschaft mit einer neuen Pflanzenart bot der Flachs. Eine von den eingesandten Proben, welche im Felde auf Blütenfarbe geprüft werden sollten, wurde (auch wieder

am 19. Dezember) unter die Lichtkappe gestellt. Auch hier entwickelte sich das (oberirdische) Hypokotyl beträchtlich in die Länge, die Pflanzen blieben aber kräftig stehen und setzten ihre Blätterbildung immer fort, die untersten Blätter von kürzerer, nach oben allmählich von länglicher Gestalt. Am 4. Februar waren schon Pflanzen da von 25—30 cm Höhe, welche aber noch keine Seitenstengel oder Blütenanlagen zeigten. Am 12. März zeigten einzelne Pflanzen Blüten, am 27. März viele. Anfang April wurden 11 blau- und 37 weißblättrige gezählt, welches Verhältnis (zufälligerweise so vortrefflich) mit dem des später ausgeführten Feldversuchs übereinstimmte, das von nahezu 1000 Pflanzen 81 % weiß- gegen 19 % blaublütige gab.

Im Vorigen findet man in chronologischer Folge den Entwicklungsgang von Methoden und Resultaten angegeben, wobei auch schon manches Detail gewürdigt wurde. Vollständigkeitshalber werde ich jetzt die Beschreibung der heutigen Einrichtung und die Resultate, nach der Pflanzenart geordnet, als Übersicht zusammenfassen.

Die Pflanzen werden also in kleinen Holzkästchen von ungefähr 15×15 cm Oberfläche und 50 cm Tiefe gezogen (vielleicht kann man auch Zinkkästchen dazu verwenden; sie sind dauerhafter, aber der metallene Boden soll durchlöchert sein und dadurch wachsen die Wurzeln bisweilen zu stark in die Unterlage hinein). Diese Holzwände werden längere Zeit vor dem Gebrauch karbolinisiert. Die Kästchen werden aneinander angeschlossen oder noch besser mit geringen Zwischenräumen aufgestellt in der Form eines Quadrats oder Rechtecks, je nach der Zahl.

Meine zwanzig Stück bilden ein Rechteck von 4×5 Stück, also samt den Holzwänden einen Körper von ungefähr $70 \times 85 \times 50$ cm Größe. Dieser Körper ist bis zu einer gewissen Höhe und an der Unterseite von einer Schicht Torfmull umgeben, damit die Bodenwärme auch nachts gut erhalten bleibt. Bei der nächtlichen Beleuchtung steigt ja die Temperatur der oberirdischen Pflanzenteile und somit die Verdunstung; zu stark abgekühlte Wurzeln möchten also zur Wasserergänzung keine genügende Treibkraft ausüben. Die Oberfläche der Kästchen reicht ungefähr bis zur Brusthöhe, damit man Keimung und Wachstum genau übersehen kann. Das Ganze ist in einem Glashausraum unter der schrägen, nach Süden gekehrten Glaswand aufgestellt.

Die totale Bodenfläche erreicht sowieso nur $1\frac{1}{2}$ qm und die Größe der Parzellen ist also sehr beschränkt. Wenn man über unbegrenzte Beleuchtungskraft verfügen könnte, wäre eine ansehnlichere Größe erwünscht, damit nicht nur der allgemeine Charakter des Musters hervortreten kann, sondern auch die spärlicheren Verunreinigungen als solche zur Geltung kommen können. Da aber schon die oben erwähnte Oberfläche eine Beleuchtung von vier 200-Wattlampen braucht, würde diese bei genügender Ausbreitung zu kostspielig werden; man kann ja die Tarife nicht bis ins Unendliche erhöhen.

Diese vier 200-Wattlampen ($1\frac{1}{2}$ Watt), früher acht von 100 Watt, geben also eine Lichtstärke von 4×400 Normalkerzen. Anfangs, wenn die Pflänzchen eben gekeimt sind, wird die Lichtquelle in ungefähr 40 cm Höhe angebracht. Später bei dem Wachstum der Pflanzen wird sie höher aufgestellt; es ist aber nicht nötig, daß (z. B. bei Getreide) diese Entfernung von den oberen Pflanzenteilen ganz auf 40 cm beibehalten bleibt.

Die Kappe, welche die Lampen trägt, besteht aus einem rechteckigen Gestell von Holzlatten. Darin befindet sich ein ebenfalls rechteckiger horizontaler Rahmen von etwa 30 cm Höhe, der auf und nieder geschoben und festgesetzt werden kann. Oben sind an der Innenseite dieses Rahmens ein Paar Holzlatten befestigt, worüber die zwei lampentragenden freien Holzlatten hin und her geschoben werden können (siehe Abb. 4a u. b, Durchschnitt der eingegrabenen Kästchen), damit jede Parzelle, wenn nötig, zeitweilig senkrecht unter einer Lampe gestellt werden kann.

Infolge der starken Bestrahlung wird oft die Bodenoberfläche sehr erwärmt und trocknet dann aus; auch die Respiration wird stimuliert und verbraucht zuviel der noch spärlichen Assimilate. Hierdurch wird die Anthozyanbildung beeinträchtigt, eventuelle für die Rasse charakteristische Rotfärbung bleibt längere Zeit aus (z. B. bei den Kotyledonen von rotbraunen Salatsorten). Den Umsatz von Licht, das Boden oder Pflanze trifft, in Wärme kann man zwar nicht umgehen; erwünschte Senkung der Temperatur dürfte also nur erreicht werden durch Lichtverminderung, was aber Einschränkung der zugeführten Energie bedeutet. Durch Anwendung einer schützenden Glasplatte unter den Lampen kann man versuchen, noch etwas der Luftwärme von den Pflanzen abzuhalten; ich schlage den Wert davon aber nicht allzu hoch an. Eine gute Ventilation soll hier helfen. Die beste erzielte ich durch Abheben

des ganzen Deckels. Man verliert dann etwas Licht, aber meine Erfahrung ist, daß dies ohne Schaden ertragen wird. Vielleicht kann eine höhere Stellung der Lampen, hauptsächlich im Anfang, hier Hilfe bilden, obwohl man dabei wieder Lichtenergie einbüßt. Auch wäre vielleicht eine zwischengeschobene Kaltwasserschicht für die Absorption der dunklen Wärmestrahlung erwünscht.

Die Pflanzen empfangen täglich Licht während ungefähr 17 Stunden, das stimmt also mit der Dauer der längsten Sommer- tage überein. Wenn abends etwa um 10—11 Uhr der einwohnende

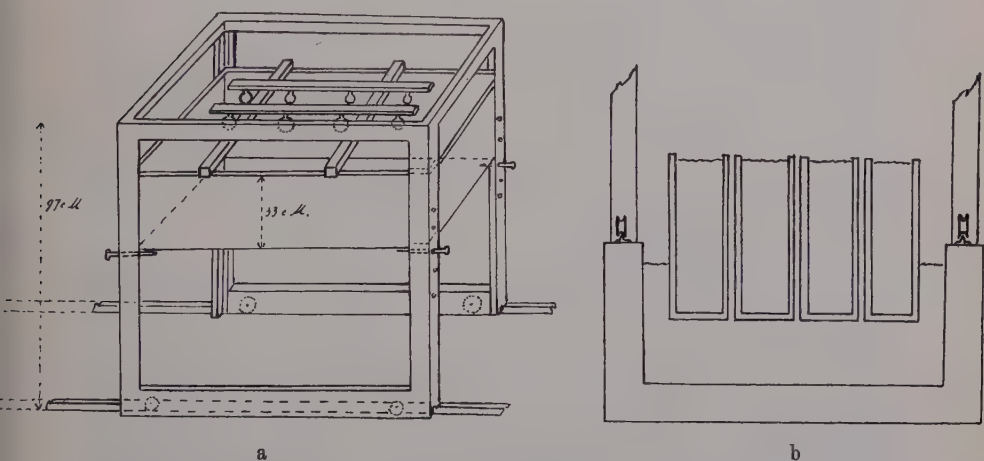


Abb. 4. Belichtungsgestell. a: Perspektivisch; b: Unterer Teil mit den in den Torfmull eingesenkten Kästchen, im Durchschnitt.

Gehilfe seinen Rundgang macht, schiebt er das zur Seite geschobene Gestell mit den Lampen auf einem kleinen Geleise bis über die Pflanzenkästen und stellt den Beleuchtungskontakt ein. Die Beleuchtung dauert also die ganze Nacht hindurch und wird erst morgens, wenn das Tageslicht genügt, um 8, 9, bisweilen 10 Uhr wieder abgestellt, das Gestell wird beiseite geschoben und das in das Glashaus eintretende Tageslicht übt seine Wirkung, bis der Abend einfällt. Also haben die Pflanzen „Ruhe“ von 3 oder 4 bis 10 oder 11 Uhr. Ob sie eine solche Ruhe brauchen, lasse ich dahingestellt. Die Versuche von Maximow und von Harvey zeigten das Entgegengesetzte. Doch habe ich bis jetzt sicherheits- halber diese Ruhe beibehalten: 1. weil sie dem natürlichen Zustande am meisten entspricht; 2. weil ich nicht gewiß bin, ob alle Pflanzen-

sorten das Fehlen der Ruhe ertragen, ohne daß in ihre Sortenmerkmale zu sehr eingegriffen wird; 3. ob das Fortpflanzungsstadium nicht allzusehr verfrüht wird. Dazu kommt noch: 4. daß durch das Einschalten der Ruhe die Kosten stark herabgesetzt werden, weil jetzt der Strom nur in den billigeren Nachtstunden gebraucht wird.



Abb. 5. Wintergerste (links) und Sommergerste (rechts), als Keimlinge vom 8. Dezember 1925 ab unter 12—15 Stunden Gesamtbelichtung, am 28. Januar 1926. Die Wintergerste ist nicht geschossen, sie hat keine Stengel, nur verlängerte Blattscheiden.

In jeder Parzelle wird in einer der Ecken mittels eines Stäbchens vertikal in die Erde ein enges Rohr ausgestochen bis auf den Boden des Kästchens. Durch Eingießen versieht man die unteren Schichten der Erde mit Wasser, das also auch in die oberen Schichten heraufziehen kann. Außerdem wird nötigenfalls dann und wann, namentlich wenn die Pflanzen nur noch kurze Wurzeln haben, die bald austrocknende Oberfläche befeuchtet. Man staunt aber, wie rasch viele der Wurzeln, z. B. die der Getreide, den Boden erreicht haben und sich sogar durch die Bretterspalten in den Torfmull hineinbohren.

Am liebsten lasse ich die immer in Reihen ausgestreuten Samen in einem passend erwärmten Raum keimen, und setze erst dann die sichtbar gewordenen Keimpflanzen der künstlichen Beleuchtung aus. Die Temperatur, welche sowohl an der Oberfläche als auch in der Tiefe jeden Tag kontrolliert wird, darf nicht zu hoch steigen, am liebsten nicht über 25°C ; 20°C genügt meistens. Es hängt natürlich nicht wenig von den Pflanzenarten ab.

Bis jetzt ist die beschriebene „künstliche“ Kultur bei einigen Pflanzenarten mit gutem, bei anderen mit ziemlich gutem, bei wieder anderen ohne Erfolg angewandt worden. Von den erfolgreicherem hebe ich einige hervor, um die Übersicht über die chronologische Skizze zu erleichtern, und diese auszufüllen.

Getreide (Abb. 5 und 6).

Von diesen können die Sommer- und Wintersorten nach dem Vegetationsrhythmus unterschieden werden, wie schon aus der chronologischen Beschreibung ersichtlich. Dafür braucht es eine Zeit, vom Anfange der Keimpflanzenbestrahlung



Abb. 6. Links: Sommergerste, Belichtung 8. Dezember 1925 bis 8. Januar 1926. Die Blätter entfernt, die Ährenanlage im Gipfel. Am Fuße jederseits Wintergerste, noch ganz als Knospenform. Rechts: oben zwei Sommerweizen im Stauungsstadium des Stengelwachstums; Mitte zwei Winterweizen, noch ganz Knospenform. Belichtung als Gerste.

ab gerechnet, von 4—5 Wochen bei Gerste und Roggen, etwas länger (wenigstens jetzt noch) beim Weizen. Es wird m. E. nicht leicht möglich sein, in der näheren Bestimmung der speziellen Sorten auf diesem Wege weiter zu kommen. Schon bei gut entwickelten Feldpflanzen ist diese Bestimmung schwierig, da die Unterscheidungsmerkmale größtenteils physiologischer Art sind und sich z. B. auf Gehaltverhältnisse des Korns oder auf Winterfestigkeit beziehen. Außerdem ist man 'nicht sicher, daß die



Abb. 7. Silberzwiebeln. Belichtung 8. Dezember 1925 bis 28. Januar 1926. Links eine gröbere „Silverskin ordinary“ von höherem Wuchs; rechts eine feinere, früher reifende „Queen extra improved“.

spärlichen und schwer zu bestimmenden morphologischen Merkmale, wie Blätter- und Knotenzahl, Blattbreite, Ährenform u. dgl. bei der künstlichen Kultur unverändert beibehalten bleiben.

Silberzwiebeln.

Diese können ungefähr innerhalb von 3 Monaten, auf die Dauer wahrscheinlich auch in kürzerer Zeit nicht nur als solche erkannt werden, sondern auch die Rasse kann man oft schon in dem ersten Bildungsstadium als früh- oder spätreifende, rein kugel- oder mehr

birnförmige, feinere oder gröbere bestimmen (Abb. 7—10). Die in vielen Partien sich als Verunreinigung vorfindenden falb blau-roten Zwiebeln, welche von Unwert sind, heben sich nach 3 Monaten auch deutlich hervor. Da aber von jeder Probe Raummangels wegen nur ungefähr 50 Stück gezogen werden können, ist keine Prozentberechnung anzustellen, und kann mitunter ein geringer Gehalt dieser Beimischung sich ganz und gar der Beobachtung entziehen. Schwierigkeit in der Beurteilung tritt ein bei Rassen,



Abb. 8. Wie Abb. 7. Links eine von Anfang an kugelförmige „Queen extra improved“; rechts eine spät reifende Sorte mit flaschenförmigem Anfang.

welche zwar noch zum Einmachen benutzt werden, doch angesichts roherer Beschaffenheit den Übergang zu größeren gewöhnlichen Speisezwiebeln bilden (siehe S. 29).

Wenn man beachtet, daß in einigen Gegenden der Provinz Zeeland die Silberzwiebelkultur viele Hektar umfaßt (ein Züchter hatte in den letzten Jahren oft mehr als 30 ha), die Kultur viele Arbeit verlangt und man 70—80 kg Samen per ha braucht, welcher aus Süd-Europa eingeführt wird, dann begreift man leicht

das Interesse des Züchters, Gewißheit zu haben, bevor die Aussaat Ende März stattfindet. — Diese Zwiebeln werden, in Tonnen eingemacht, durch ganz Europa versandt, und auch nach Amerika verschifft.



Abb. 9. Silberzwiebeln, alle von gleichem Alter. Belichtung 8. Dezember 1925 bis 8. Januar 1926. Auf $\frac{5}{8}$ verkeimert. Fünf verschiedene Rassen. Die Nomenklatur derselben ist zu chaotisch, sie einzeln mit dokumentierten Namen zu bezeichnen.



Abb. 10. Ganz wie Abb. 9. Vier Rassen; die Belichtung aber 8. Dezember 1925 bis 28. Januar 1926.

Blutrote Speisezwiebeln

(wenigstens die harte, festfleischige Rasse) sind nach zwei Monaten oft schon an dem dunkelroten Anlaufen an der Stengelsbasis von gelben, weißen oder braunen Rassen zu unterscheiden;

diese letzteren aber nicht voneinander, da Stengelbasis und sich bildende Zwiebel bei allen längere Zeit weiß bleiben und die charakteristischen Farben erst später auftreten. Wenn aber die Probe außer den echt roten auch weiße oder schwach rote (vielleicht Kreuzungen) als Beimischung hat, dauert die Bestimmungszeit länger, da man nicht genau abschätzen kann, wann die Pflänzchen alle ihre weiße Jugendfarbe gegen die endgültige vertauscht haben können.



Abb. 11. Markerbse „Wunder von Witham“. Belichtung 8. Dezember 1925 bis 28. Januar 1926. Mit Blumen und halberwachsenen Früchten, diese erreichten später die charakteristische Sortenform.

Erbsen.

Auch hier kann manchmal der Unterschied festgestellt werden, sei es nicht genau der der speziellen Rasse, so doch nach Gruppen; so z. B. niedere und höher wachsende Rassen. Auch die Blätterfarbe bleibt die der auf natürliche Weise kultivierten (z. B. blau-blond- oder gelbgrün). Kurzwachsende Rassen bringen es zur Bildung von vielen Blüten und einigen Schoten, welche die für die Sorte charakteristische Form beibehalten (Abb. 11).

Spinat.

Kraus- und glattblättrige Sorten können an der Nerventiefe unterschieden werden. Nur daß die Blätterform immer schmaler, also etwas etioliert, bleibt, was auf den Anfänger verwirrend wirkt. Die Pflänzchen bilden sehr bald einen Blütenstengel, an welchem die Krausheit der Blätter nicht recht zum Ausdruck kommt.

Flachs.

Fürs erste Mal habe ich im letzten Winter 1927/28 den Lein in Blüte gezogen und somit den Unterschied zwischen Weiß- und Blaublühern kennbar gemacht. Blau und Weiß sind nicht infolge der Kultur durch Übergänge verbunden. Übergänge sind somit den Samen selbst zuzuschreiben.

Karotten.

Ebenfalls habe ich im vergangenen Winter die feinen Gemüsekarotten von den gröberen Winter- und Futtermohrrüben zu unterscheiden gelernt. Das eventuelle Abrunden der Spitze fängt bei den ersten Sorten schon ziemlich früh an, die Wurzeln bleiben aber sehr klein. Hier braucht es noch weiterer Erfahrung (siehe auch Abb. 3).

Es ist mir auch einige Male gelungen, Radieschen zur Knollenbildung zu bringen. Doch führt überhaupt bis jetzt die Kultur von Cruciferen, z. B. Senf, Wasserrüben, noch nicht zu günstigen, brauchbaren Resultaten. Die Hypokotyle werden zu lang, die Pflanzen kommen leicht zum Lagern und schicken sich im unausgewachsenen Zustande, also sehr jung, zur Blütenbildung an (siehe auch weiter unten).

Jeden Winter probiere ich durch Änderungen in der Versuchsart bessere Resultate zu erzielen und die Zahl der bestimmbar Arten zu vermehren. Meistens bringt man es nicht so weit, daß, wie bei den Silberzwiebeln, auch die Sorte näher bestimmt werden kann; vorläufig beschränkt sich die Bestimmung noch auf die Sortengruppe.

Man kann zwar auch die Mischung mit einer fremden Varietät zutage bringen, aber nur bei Verfälschung in beträchtlichem Maße, da die kultivierte Pflanzenzahl nur beschränkt ist. Bei Anwesenheit vieler fremder Samen in der Partie wird die Verunreinigung jedenfalls sichtbar; zur Prozentfeststellung ist der Versuch aber jetzt noch nicht ausreichend (siehe Beispiel Silberzwiebeln oben).

Nach der Übersicht über Einrichtung und Resultate dürfte jetzt die Hervorhebung der zu bekämpfenden Schwierigkeiten, nebst einigen Erläuterungen und Perspektiven folgen.

Die größte Schwierigkeit macht die Temperatur. Nicht so sehr infolge der Heizung des Raumes, diese kann ja bei guter Einrichtung ziemlich gut reguliert werden; sie braucht ja nicht konstant zu sein, darf sogar ziemlich großen Schwankungen unterliegen. Zwar kann, wenn an Spätwintertagen die Sonne plötzlich durchbricht, und die Heizung nicht sofort abgestellt wird, unter der schief geneigten Glasdecke die Temperatur gewaltig steigen, sogar gefährlich werden, wenn die Pflanzen noch ganz jung sind. Dieser Gefahr ist jedoch bei genügender Aufmerksamkeit oft entgegenzutreten.

Aber die Temperatur der Pflanzen und der Bodenoberfläche, zufolge der Lichtanwendung selbst, ist weit schwieriger zu regulieren, da die Verstärkung des Lichts immer Erhöhung der Temperatur der bestrahlten Objekte mit sich führt.

Außerdem kann beim schnellen Aufschießen die jüngste, zarte Zuwachszone der Lampe zu nahe kommen und abschrumpfen. Waren alle zu untersuchenden Pflänzchen von gleichem Wachstum (z. B. nur Getreidearten des nämlichen Aussaatdatums), dann wäre die Entfernung der Lampen stets danach zu regulieren. Bei Pflanzen verschiedenen Höhenwachstums kann man dieser Gefahr wenigstens etwas ausweichen, indem die Kästchen mit den höchstreichenden Blättern allmählich etwas tiefer in das Torfmullager eingesenkt werden.

Weiter wird durch die stundenlange Beleuchtung zumal bei den jungen Pflanzen, welche den Boden noch nicht beschatten, dieser an der Oberfläche leicht zu stark erwärmt und ausgetrocknet; die jungen Pflanzen aber besitzen oft noch keine tiefgehenden Wurzeln und sind der Gefahr des Absterbens ausgesetzt. Wenn sie schon tiefer wurzeln, kann ein Mißverhältnis zwischen Verdunstung und Aufsaugungsvermögen namentlich nachts eintreten durch den Temperaturunterschied zwischen den oberirdischen Teilen und den abgekühlten Spitzen. Schon auf S. 37 beschrieb ich, wie ich durch Eingraben in Torfmull eine zu starke Abkühlung der Wurzeln zu verhindern suchte.

Drittens soll bei jedem Wachstum ein gewisses Verhältnis (sei es auch innerhalb oft ziemlich weiter Grenzen) bestehen zwischen Assimilation und Respiration, also Auf- und Abbau, damit die

Pflanze zu einer richtigen Entwicklung gelangen könne. Gleichfalls zwischen Bildung von Assimilation und Aufnahme anorganischer Nahrung, also grosso modo zwischen Lichtgenuß und Transpiration. Schon im Freien sind diese Verhältnisse nicht immer gleich günstig, bei der künstlichen Kultur aber oft prinzipiell anormal. Fassen wir das erste Verhältnis speziell ins Auge. Die Assimilation ist in erster Linie von der Beleuchtung, die Respiration stark von der Temperatur abhängig. Für jede Art, ja Sorte soll also ein optimales Verhältnis zwischen beiden Faktoren bestehen (unter übrigens günstigen Umständen), auch mit Rücksicht auf die Entwicklungsrichtung, welche von der Kulturpflanze verlangt wird (z. B. ob das Ziel geht nach Blatt-, Knollen- oder Blütenentwicklung). Die verschiedenen zusammen aufgezogenen Pflanzen haben aber nicht das nämliche oben erwähnte Optimum (man trägt ja in der Kultur damit auch bei der Standortswahl Rechnung). So ziehen Radieschen und andere knollenbildende Cruciferen bei gehöriger Beleuchtung eine nicht zu hohe Temperatur vor (Bremer, siehe Literatur 23); auch Kopfsalat und Spinat entwickeln sich bei einem Mißverhältnis in dieser Hinsicht nicht zu normalen Pflanzen. Solche verlieren demnach leicht ein oder mehrere ihrer sich sonst entwickelnden Sortenmerkmale, sie stimmen sich ab auf andere Faktorenverhältnisse, die im Freien niemals in diesem Maße verändert auftreten.

Ein deutliches, weil genau zu beschreibendes Beispiel liefern gewisse Pflanzen, deren Stengel oder Blätter gewöhnlich Anthozyan bilden. (Es sei aber bemerkt, daß nicht alle roten oder blauen Farbstoffe sich in betonter Hinsicht gleich verhalten.) Die rote Farbe mancher Salatsorten gilt als Sortenmerkmal, sie tritt bei nicht zu abnormen Wachstumsbedingungen immer auf. Eigentlich soll nicht die Farbe selbst als Merkmal gelten, sondern nur die Fähigkeit, Anthozyan zu bilden, welche innerhalb ziemlich weiter Grenzen in normalen Fällen zur Äußerung kommt. Der Farbstoff ist ein Diglukosid und somit abhängig von der Anwesenheit, besser von einem Überschuß an Glykose. Dieser wird begünstigt durch Steigerung der Assimilation, durch Herabsetzung der Respiration, und weiter lokal durch gewisse Nahrungsströmungen, so z. B. nach verwundeten Stellen und in den Blättern, wenn diese absterben. Wenn nun die Respiration durch hohe Temperatur anormal gehoben wird, tritt die Färbung weniger intensiv auf oder bleibt ganz aus; das Sortenmerkmal kommt also nicht zutage, wiewohl

die Potenz da ist. Die roten und braunen Salatsorten bringen es ja in der Treiberei anfangs gar nicht, später nur schwach dazu. Während z. B. der amerikanische Rotrand-Pflücksalat im Freien mit sofort roten Keimblättern erscheint, zeigt sich beim Treiben die Farbe erst am Rande des dritten Blattes. Auch die rotbraunen und rotgetüpfelten Kopfsalate wie *Continuité*, *Merveille des 4 saisons*, *Forelle* u. a. verhalten sich so. Um so mehr bietet sich Gelegenheit zu dieser Farbenabweichung bei der künstlichen Beleuchtungskultur.

Aber nicht immer bleibt die rote Farbe beim Treiben aus. In den von der Keimblätterbasis herabhängenden, engen Hypokotylscheide (bisweilen schon vom Anfang ab in zwei Lappen gespalten) bildet sich die Farbe, sogar bei der ganz weißen Kugelsorte; die rote Haut wird, wenn das Hypokotyl es schließlich zur Anschwellung bringt, gespalten und die rein weiße Knolle drängt sich daraus hervor. Doch ist das Rot von anderer Nuance als das der scharlachfarbigen Sorten. Auch der rote Anflug an der Stengelbasis der jungen blutroten Zwiebeln ist sofort so dunkel, daß er als Sortenmerkmal benutzt werden kann.

Blatt- und Knollenpflanzen machen bis jetzt immer große Schwierigkeiten. Die ersten, wie Salat, Weiß- und Rotkraut und Spinat bilden oft etiolierte, daher lange und schwächliche Blätter. Der Unterschied zwischen den ersten Blättern von frühreifem und spätreifem Weiß- und Rotkraut wird damit verwischt. Auch die frühreifen erhalten längere Blattstiele und etwas verschmälerte Spreitenbasis. Ebenfalls ist die Verschmälерung der Spreiten nicht günstig für die Entwicklung der krausen Bombierung zwischen der vertieften Blattnervatur, wie sie z. B. beim Wirsing auftritt.

Die Knollenbildung bleibt aus oder geht sehr langsam und unvollständig vonstatten; da weiter eine junge Knolle fast immer mit der Spindelform anfängt, gibt sie in dieser Gestalt keinen Beurteilungsanhalt.

Hingegen macht sich bei den meisten Gewächsen wenigstens bei der bis jetzt befolgten Methode eine verfrühte und starke Neigung zur Blütenbildung geltend. Diejenigen Spinat- und Salatsorten, welche sonst träge schießen, haben auch jetzt große Eile; damit fällt eine Merkmalreihe aus, welche sonst ihren großen Nutzen bei der Beurteilung im Felde hat. Auch die Erbsenblüte und das Sprossen der Getreideähren wird verfrüht. Wie mir scheint, weniger in dem Sinne, daß die vorhergehende Blätterzahl ver-

ringert wird, daß die Blüte sich also in einem morphologisch jüngeren Stadium bildet; sondern im physiologisch jüngeren, in dem das Quantum Assimilate noch nicht zu einer ausgiebigen Blütenbildung reicht. Denn abgesehen von der öfters verringerten Blattgröße ist auch die Assimilationszeit stark verkürzt. Von den angelegten Samen bildet sich auch immer nur eine kleine Zahl ganz aus.

Im Gegensatz zu der Schwierigkeit, mit der die Knollenbildung von Radieschen und Rüben zu kämpfen hat, bilden sich die Zwiebeln der „Silberzwiebeln“ sehr früh und leicht. Bei den frühreifen Sorten fängt die Schwellung schon an, wenn das zweite Blatt nur erst dürrtig ausgebildet ist; bei den etwas späteren Sorten müssen die Blätter erst größer an Zahl und Volumen sein; bei der ersten Gruppe ist die anfängliche Spindelform der Zwiebel schon bald in eine Kugelform übergegangen; bei der letzten wird der ursprünglich zylindrische Stengelfuß erst flaschen-, sodann karaffen-, schließlich kurz birnförmig; das hängt mit der größeren Dicke und dem späteren Absterben des Halses zusammen. Bei beiden ist die physiologische Reife im Moment des Zwiebelansatzes merklich geringer als im freien Felde. Dieser verfrühte Ansatz läßt sich also besser vergleichen mit dem Blüten- und Fruchtansatz von Erbsen und Getreide als mit dem Knollenansatz oder der Wurzelschwellung von Rüben, Radieschen und Karotten. Ob der größere Wassergehalt der Zwiebeln hier Anlage und Wuchs erleichtert? Jedenfalls erfährt der Zwiebelansatz nicht die Konkurrenz der oberirdischen Teile, welche sich bei den Knollengewächsen schon zur Blütenbildung rüsten; das erste Wachstumsstadium des Laubes wird bei den Zwiebeln bald ganz abgeschlossen und geht nur sehr selten zu einer direkten Fortsetzung über; es tritt ja immer eine gänzliche Lauberneuerung ein, und gewöhnlich schon vorhergehende Zwiebelspaltung; die Blütenbildung geht dabei nicht von der fortwachsenden Endknospe, sondern von den Seitenknospen aus. Es erübrigt sich, die großen Speisewiebeln, die auch im Felde den ganzen Sommer zu ihrer Bildung bedürfen, (unter der künstlichen Beleuchtung so weit zu bringen, daß sie tüchtig ansetzen. Die festen, blutroten, wovon früher die Rede war, bilden aber Zwiebeln, sei es auch nur von geringem Durchmesser.

Auch die Karotten gaben das letzte Mal Resultate. Die Wurzelschwellung war hier nicht verfrüht, eher verzögert; da sie aber doch auch noch im verfrühten physiologischen Stadium statt-

fand, war schon die Anlage viel zu klein; die Wurzel wurde bis zum Schwanzanfang nur 4—5 cm lang; die Form mit dem Endabschluß der abgerundeten Spitze war für die Sorte charakteristisch; es waren sogar ein paar Exemplare dabei, welche wegen bestimmt konischer Form sich als nicht sortenecht erwiesen.

Im allgemeinen könnte man sagen, daß die künstliche Beleuchtung, wie ich sie anwende, eine etwas verkleinerte Karikatur der Pflanze zum Vorschein bringt. Da aber eine richtige Karikatur nicht in dem Übertreiben der charakteristischen Eigenschaften besteht, sondern im Weglassen der mehr gewöhnlichen, die durch ihre Anwesenheit das Bild mildern sollten, ist es auch hier in vielen Fällen möglich, die Sorte zu erkennen. Weil es hier nicht gilt, schöne Exemplare zu züchten, kann man das ganze Verfahren auffassen als eine Art Reaktionsverfahren mittels des Wachstums. Nur soll man sich die Reagenssprache verständlich machen; sie ist nicht jedem von vornherein zugänglich und jede neue Pflanze bringt ihre eigene Geheimschrift mit, deren Bedeutung man sich erst klar zu machen hat.

Angesichts der kleinen Pflanzenzahl, welche in den Kästchen von 15×15 cm einen Platz findet, werde ich im nächsten Winter 1928/29 die zur Aussaat bestimmten Samenproben vorher einem Beizverfahren unterwerfen, damit bei Anwesenheit schädlicher Pilzkeime nicht ein Teil abstirbt und später nachgesät werden muß. Das mehr einheitliche Gewächs läßt dann eine kürzere Beurteilungszeit zu. Und diese ist um so wertvoller, weil dann wegen der beschränkten Kästchenzahl an der nämlichen Stelle mehrere Proben nacheinander vom Lichte profitieren können, es seien neu angefragte oder eigene Versuche.

Wageningen (Holland), November 1928.

Nachschrift.

Um der kostspieligen Heizung, welche im Glashause nur für meine Versuche angestellt werden müßte, zu entgehen, wurde in diesem Winter 1928/29 der ganze Apparat nach dem zentral erwärmten Hauptgebäude der Versuchsstation gebracht. Es war aber daselbst kein Raum mit von oben einfallendem Lichte übrig. Gestützt auf die günstigen Ergebnisse von Harvey und Maximow habe ich jetzt versucht, das Tageslicht ganz auszuschließen, und

während der 17 Stunden, in welchen der elektrische Strom billiger ist als in den Abendstunden, die künstliche Beleuchtung anzuwenden. Dieses Verfahren ist in unseren Verhältnissen bei weitem weniger kostspielig als das frühere. Zugleich habe ich einige kleine Änderungen, z. B. in der Aufstellung des Lichtes, vorgenommen, von welchen ich hoffe, daß sie sich als Verbesserungen erweisen sollen. Durch Ausschließen des Tageslichtes vermeidet man auch die plötzliche starke Temperatursteigerung, welche beim Durchbrechen des Sonnenscheins im Nachwinter im geheizten Glashaus auftritt und die Pflanzen schädigen kann.

Meine Erfahrungen mit diesen Änderungen hoffe ich später zur Ergänzung in dieser Zeitschrift mitzuteilen.

Dezember 1928.

Literatur.

Obwohl untenstehende Arbeiten vom Verfasser nicht alle zu Hilfe gezogen, ja ihm nicht einmal alle zu Gesicht gekommen sind, somit teilweise anderen Literaturangaben (z. B. aus Nr. 8 und 11) entnommen wurden, dünkte es ihn doch von Belang, am Schluß dieses Aufsatzes eine Zusammenstellung der wichtigsten Beiträge zur Kenntnis des Einflusses und Gebrauchs des elektrischen Lichtes anstatt oder zur Beihilfe des Sonnenlichtes bei der Aufzucht von Pflanzen aufzunehmen, sowie einige andere Arbeiten, die zum hier veröffentlichten Aufsatz Beziehung haben, speziell auch über die Merkmale von Sommer- und Wintergetreide.

1. Siemens, C. W., Vortrag vor der Royal Society (London) 1880.
2. Bonnier, G., Influence de la lumière électrique continuée sur la forme et la structure des plantes. *Revue générale de Botan.*, T. VII, Paris 1895, p. 241, 289, 332, 407.
3. Molisch, H., Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. Jena 1918, S. 47 u. 185.
4. Combes, R., Détermination des intensités lumineuses optima pour les végétaux. *Ann. des Sciences natur.*, 9e série, T. 11, 1910, p. 75—254.
5. Hösternann, G. und von Ranke, A., Kulturversuche mit elektrischem Licht. Aus der höheren Gärtnerlehranstalt Berlin-Dahlem. *Die Gartenwelt*, 26. Jahrg., Berlin 1922, S. 74, 90, 98.
6. Harvey, R. B., Growths of plants in artificial light. *Botanical Gazette*, 74, 1922, p. 447.
7. Hendriks, E. & Harvey, R. B., Growths of plants in artificial light II. *Bot. Gaz.*, 77, 1924, p. 330.
8. Maximow, N. A., Pflanzenkultur im elektrischen Lichte und ihre Anwendung bei Samenprüfung und Pflanzenzüchtung. *Biol. Zentralbl.*, Bd. 45, Leipzig 1925, S. 627.
9. Maximow, N. A., Zur physiologischen Charakteristik des Lichtklimas der Gewächshäuser in Leningrad. *Bull. du jardin bot. de Leningrad* 1925 (russ.).

10. Adams, J., Does light determine the date of heading out in winterwheat and winterrye? Amer. Journ. of Bot., 1924, 11, p. 535; *ibid.* 1925, 12, p. 398. Ann. of Bot., 1924, 38, p. 509.
11. Klein, Gustav, Die Elektrizität im Dienste des Gartenbaues. Festschrift d. österr. Gartenbaugesellschaft (Wien, Springer) 1927, S. 33.
12. Livingston, B. E., A quarter-century of growth in plant physiology. Plant World, 1917, 20, p. 1.
13. Arthur, J. H., Work to date at Boyce Thompson Institute for Plant Research on effect of light on plant growth. Transactions of the Illuminating Engineering Society, 1924, 19, p. 995.
14. Crocker, W., Discussion of the work at Boyce Thompson Institute and its application. *Ibid.* p. 998.
15. Hibben, S. G., Influence of colored light on plant growth. *Ibid.* p. 100.
16. Bos, H., Zilvernien (Silberzwiebeln) enthält auch deren Anzug unter elektrischer Beleuchtung. Landbouwkundig Tijdschrift, 1927, 39e Jaarg., Januari (holländisch mit deutschem Referat).
17. Bos, H., Cultuurcontrole in den Winter (Sortenechtheitskontrolle mittels Kultur im Winter). Verslagen van landbouwkundige Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations, 1926, Dl. 31, p. 159 (holländisch; 's-Gravenhage-Landsdrukkerij).
18. Carner, W. and Allard, H., Further studies in photoperiodism. Journ. of Agric. Res., 23, 1923, p. 871.
19. Eichinger, Beeinflussung der Länge der Winterroggenähren usw. durch Düngung und Aussaatzeit. Methode zur Unterscheidung von Winter- und Sommersaatgut (siehe S. 70). Angewandte Botanik, Bd. 10, 1928, S. 66.
20. Kuleschew, N. N., Methoden zur Unterscheidung des Winter- und Sommerweizens. Mitt. Samenkontrollstation Charkow, 17, 1917 (russisch).
21. Maximow, N. A. & Pojarkova, A., Über die physiologische Natur des Unterschieds zwischen Sommer- und Wintergetreide. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 65, 1925, S. 702.
22. Gyárfás, Joseph, Umwandlung von Wintergetreide durch Frost in Sommergetreide. Deutsche Landw. Presse, 1923, Nr. 8, S. 68.
23. Bremer, A. H., Temperatur og Plantevekst, I. Reddik (nordisch) (Temperatur und Pflanzenwachstum, I. Radies). Meldinger fra Norges Landbrukskøgskeule, h. 5, 1928.

Rhodannatrium als Mittel zur Keimförderung bei Pflanzen.

Von

Dr. W. Nagel, Frankfurt a. M.

Mit 1 Kurvenzeichnung.

Nach amerikanischen Versuchen von Denny (Americ. Journ. of Bot., 13, Februar 1926, 118—125 und Juni 1926, 386—395), durchgeführt an Kartoffeln, soll Rhodannatrium den Keimungsvorgang bei Pflanzen begünstigen, Rhodannatrium soll eine Stimulationswirkung besitzen und zwar bei 1 % einer wässrigen Lösung (Kartoffel).

Diese Versuche wurden nachgeprüft an Weizen, der sich zu solchen Versuchen sehr gut eignet, da man hier die Keimung, weil der Weizen offen im Keimbett (Drigalskischalen, ausgelegt mit Filtrierpapier) liegt, vom ersten Tage an verfolgen kann und eine Stimulationswirkung nicht mit einer etwaigen Düngewirkung des Präparates zu verwechseln ist.

Die Versuche wurden zusammen mit Dr. med. et phil. O. Leiser, Stuttgart, wie folgt durchgeführt:

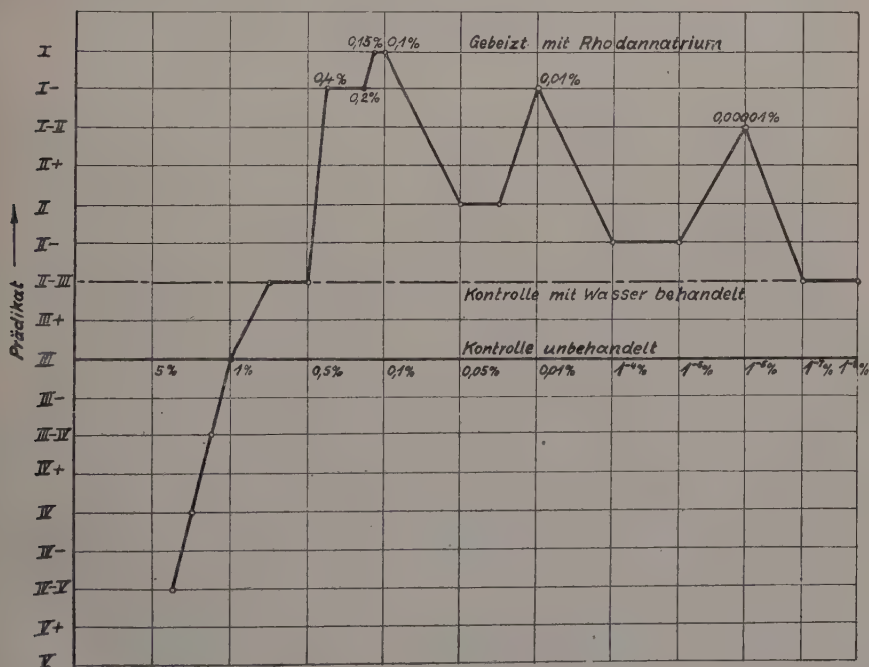
Der Weizen wurde 1 Stunde lang gebeizt, zum Trocknen ausgelegt und dann je 100 Körner in Drigalskischalen ausgesät, deren Schalen und Deckel mit Filtrierpapier belegt waren, das mit je 8 ccm Wasser (Schale und Deckel) getränkt worden war. Jetzt wurde die Keimung 3 Tage lang alle 12 Stunden kontrolliert.

Man führte dann noch weitere Versuche durch, in denen ungebeizter Weizen in den Drigalskischalen ausgelegt wurde, deren Filtrierpapier mit Rhodannatriumlösungen verschiedener Konzentrationen benetzt worden war. Jedoch haben diese Versuche nicht die praktische Bedeutung wie die ersteren, weshalb auch im folgenden die ersten Versuche eingehender besprochen werden sollen.

Angewandt wurden zunächst die üblichen Konzentrationen von 4 % bis 0,1 % und ferner noch weit schwächere Lösungen von 0,01 % = 10^{-3} , 10^{-4} , bis 10^{-10} . Man weiß aus der Homöopathie, daß derartig geringe Konzentrationen wirksam sind und daß nach bestimmten Konzentrationsintervallen einzelne Konzentrationen als besonders wirksam hervortreten. Findet man solche Intervalle

und solche besonders wirksame Konzentrationen, die die Keimung im Vergleich zur Kontrolle fördern, so darf man dem Mittel bestimmt eine Stimulationswirkung zuschreiben. Nun wurden bei dem Rhodannatrium derartige Intervalle, die mit fallender Konzentration größer werden, und Konzentrationen gefunden, wie Tabelle und graphische Darstellung zeigen.

Bei der Beurteilung der Keimung wurde neben der Zahl der Keime auch deren Größe und das sonstige Aussehen der drei Wurzeln und des Blattes berücksichtigt und das Ergebnis klassifiziert nach „große Keime, kleine Keime, alle Keime, nicht gekeimt“, und nach dieser Einteilung sowie dem Gesamtbilde den Ergebnissen für jede Konzentration Prädikate erteilt, die in der graphischen Darstellung auf der Abszisse abgetragen wurden; auf der Ordinate wurden die Konzentrationen eingetragen.



Optima in der Wirkung wurden gefunden bei 0,1 % bis 0,4 %, 0,01 % = 10^{-3} und 10^{-6} (= 0,00001 %). Diese Konzentrationen besitzen unzweifelhaft eine stimulierende Wirkung. Aber wir beobachten noch etwas bei der graphischen Darstellung: Die Inter-

valle, also die Konzentrationen zwischen den optimalen Konzentrationen, werden mit fallender Konzentration immer größer und nähern sich der Kontrolle (mit Wasser behandelt), um mit dieser späterhin gleichmäßig weiter zu verlaufen.

Konzentration	Große Keime	Kleine Keime	Alle Keime	Nicht gekeimt	Prädikat
4 %	14	30	44	56	IV—V
3 %	29	31	60	40	IV
2 %	40	31	71	29	III—IV
1 %	54	30	84	16	III
0,75 %	70	20	90	10	II—III
0,5 %	68	24	92	8	II—III
0,4 %	82	9	91	9	I—
0,35 %	85	6	91	9	I—
0,3 %	81	9	90	10	I—
0,25 %	85	7	92	8	I—
0,2 %	84	5	89	11	I—
0,15 %	91	4	95	5	I
0,1 %	89	5	94	6	I
0,05 %	72	17	89	11	II
0,025 %	71	18	89	11	II
0,01 % = 1—3	80	11	91	9	I—
1—4 = 0,001 %	67	23	90	10	II—
1—5	71	21	92	8	II—
1—6	77	14	91	9	I—II
1—7	64	24	88	12	II—III
1—8	65	32	97	3	II—III
1—9	62	31	93	7	II—III
1—10	63	31	94	6	II—III
K H ₂ O	63	29	92	8	II—III
K H ₂ O	66	24	90	10	II—III
K unbeh.	58	33	91	9	III

Bei den fettgedruckten Konzentrationen liegt eine stimulierende Wirkung vor, bei den fettgedruckten Zahlen in Spalte 4 und 5 eine Schädigung.

Betrachtet man in der Tabelle die Zahlen der stimulierenden optimalen Konzentrationen, so zeigt sich eine weitgehende Gleichmäßigkeit: die Zahl der nicht gekeimten Körner beträgt bei gebeizt mit Rhodannatrium im Durchschnitt 8—9 bei 100 ausgelegten Körnern, desgleichen bei der Kontrolle (H₂O). Der gebeizte Weizen keimte durchschnittlich mit 91 %, die Kontrolle (H₂O) ebenfalls. Die Zahl der weniger gut entwickelten Keime (Wurzellänge 2 bis

7 mm) betrug bei den Stimulations-Konzentrationen im Durchschnitt 7, bei der Kontrolle (H_2O) dagegen 29 bzw. 24, die Zahl der gut entwickelten Keime (Wurzellänge bis zu 15 mm) 84 gegenüber 64 bzw. 65 (Durchschnitt) bei der Kontrolle (H_2O), ein deutlicher zahlenmäßiger Beweis für die stimulierende Wirkung des Rhodannatriums.

Am günstigsten abgeschnitten haben die Konzentrationen von 0,1 % und 0,15 % mit 91 bzw. 89 gut entwickelten, sehr langen Keimwurzeln (Kontrolle 63 bzw. 66) und nur 4 bzw. 5 weniger gut entwickelten Keimen (Kontrolle 29 bzw. 24). Diese beiden Konzentrationen kommen auch für die Praxis in Frage.

Betrachten wir nun den Teil der Kurve mit höheren Konzentrationen: Von 0,4 % ab fällt mit steigender Konzentration die Kurve sehr schnell, wiederum Intervalle zeigend. Eine Schädigung des Weizens durch die Beizung mit Rhodannatrium tritt, wenn auch zunächst nur schwach, schon bei 1 % auf. Die Kurve und Keimzahlen fallen stark weiter und bei 4 % ist bereits die Hälfte des Weizens totgebeizt.

Ergebnisse.

1. Als Endergebnis können wir feststellen, daß Rhodannatrium bei verschiedenen Konzentrationen eine stimulierende Wirkung besitzt. Als praktisch verwendbare Konzentration kommt 0,1 % und 0,15 % in Frage (bei Weizen).

2. Bei Mitteln, denen eine stimulierende Wirkung zugesprochen wird, oder bei denen man bei einer für die Praxis geeigneten Konzentration eine stimulierende Wirkung nachzuweisen glaubt, müssen mit fallender Konzentration nach wachsenden Intervallen weitere stimulierend, wenn auch etwas schwächer wirkende Konzentrationen folgen. Ist dies der Fall, so kann man unbedingt von einer die Keimung fördernden Wirkung sprechen.

Besprechungen aus der Literatur.

Baumann, E. Deutsche Pflanzenzuchten. Frankhsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. Preis 6,50 M.

Bei der Behandlung der Sortenfrage werden entweder die wirtschaftlichen Eigenschaften, die für den praktischen Landwirt bei der Sortenwahl maßgebend sein müssen, in den Vordergrund gestellt oder die morphologischen Merkmale, die zur Prüfung der Sortenechtheit und Sortenreinheit dienen können. Das vorliegende Buch, das eine 2. Auflage des Baumannschen Buches über „Die besten Sorten usw.“ darstellt, soll in erster Linie den praktischen Zwecken der Sortenwahl dienen. Es befaßt sich mit den Sorten von Getreide, Hackfrüchten, Hülsenfrüchten, Lupinen, Ölfrüchten, Kleearten und Gräsern und enthält Angaben über Ertragsfähigkeit, Ansprüche an Boden und Feuchtigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen klimatische Einflüsse und Krankheiten. Eingehende morphologische Beschreibungen sind nur bei den Kartoffelsorten vorhanden, während bei den übrigen Kulturpflanzen nur die kurzen Angaben der Züchter für die Kennzeichnung der Sorten benutzt sind. Obwohl die Zahl der Sorten auf die am häufigsten angebauten beschränkt ist, so bietet das Buch doch für den praktischen Landwirt und für alle, die sich mit Sortenfragen beschäftigen, einen ausgezeichneten Überblick über alle Kulturpflanzen, wie er sonst nur schwer zu erhalten ist. Sn.

Geiger, Rudolf. Das Klima der bodennahen Luftschicht. Mit 62 Abb. VII u. 246 S., 8°, 1927 (Die Wissenschaft, Bd. 78). 15 RM., in Ganzleinen geb. 17 RM. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn.

Uralt ist die Erkenntnis, daß die Luftschicht unmittelbar über dem Erdboden ein anderes Klima hat als der Luftraum, in welchem der aufrecht gehende Mensch atmet. Man betrachtete die bodennahe Luftschicht als eine Störungszone und kam bald überein, die meteorologischen Instrumente so hoch über dem Erdboden anzubringen, daß sie durch solche lokale Störungen nicht mehr beeinflußt wurden. Und es ist heute bei allen meteorologischen Stationen üblich geworden, die Beobachtungen in 1½ m, meist sogar in 2 m und mehr über der Erdoberfläche auszuführen.

Je mehr nun in neuerer Zeit die Land- und Forstwirtschaft sich die Ergebnisse der Klimaforschung zunutze machen wollten, desto mehr zeigte es sich, daß zwischen den Ergebnissen der allgemeinen Klimatologie und den Erfordernissen der Praxis eine gangbare Brücke fehlt. Die klimatischen Bedingungen, unter denen die wachsende Pflanze leben muß, sind völlig andere als diejenigen der freien Luftschicht darüber. So ist innerhalb des Rahmens der Klimalehre die Frage nach dem Klima der „bodennahen Luftschicht“, kurz gesagt nach dem Pflanzenklima, entstanden. Das vorliegende Buch versucht zum ersten Mal, diese Frage systematisch zu behandeln. Es verfolgt damit zugleich das Ziel, die Lücke zwischen den Ergebnissen der Klimaforschung auf Grund der Beobachtungen des meteorologischen Landesnetzes und den Erfordernissen der Praxis zu schließen.

Aus praktischer Versuchstätigkeit heraus entstanden, will das Buch in erster Linie der Praxis dienen. In einem ersten Abschnitt ist die

Physik der bodennahen Luftschicht behandelt, und zwar in einzelnen Kapiteln: die Bedeutung der Bodenoberfläche beim Wärmeumsatz um Mittag, die Temperaturverteilung um Mittag, Wärmeleitung und Austausch, Erwärmungsvorgang und Temperaturunruhe. Wärmeumsatz und Temperaturverteilung bei Nacht, der tägliche Temperaturgang in der bodennahen Luftschicht, die Feuchtigkeit in der bodennahen Luftschicht und die Windstärke in der bodennahen Luftschicht. Ein zweiter Abschnitt dient der Besprechung der „Orographischen Mikroklimatologie“. Das Klima der bodennahen Luftschicht ist in weit stärkerem Maße, als das der höheren Luftschichten durch die orographische Gestaltung der Erdoberfläche beeinflusst. Denkt man bei der bodennahen Luftschicht zunächst nur an Klimagegensätze in vertikaler Richtung, zwischen der Höhe und dem Erdboden, so führen die Höhenunterschiede der festen Erdoberfläche durch Luftströmungen und manche andere Umstände zu horizontalen nebeneinanderliegenden Klimaunterschieden auf kleinstem Raume. Das Buch muß das Studium dieses Mikroklimas mit in die Betrachtungen hereinziehen, weil es mit demjenigen der bodennahen Luftschicht ursächlich aufs engste verknüpft ist.

Der dritte Abschnitt bringt dann die spezielle Pflanzenklimatologie. Es werden die Temperaturen innerhalb von Getreidefeldern, Blumenbeeten usw. behandelt. Die Landwirtschafts- und Moor-Meteorologie und die Frostgefährdung der Moore sind in einem besonderen Kapitel bearbeitet. Der speziellen Forst-Meteorologie und ihrer Probleme werden mehrere Kapitel gewidmet, wobei nicht nur das Bestandsklima dargestellt, sondern auch der Weg zu zeigen versucht wird, auf dem die Mikroklimatologie dem praktischen Waldbau unmittelbar dienstbar gemacht werden kann.

Von ganz besonderer praktischer Bedeutung ist dann der vierte und Schlußabschnitt über den Schadenfrost in der bodennahen Luftschicht. Hier erfahren das zeitliche und örtliche Auftreten des Frostes, Ursachen und Entstehung lokaler Frostherde, die Frostvorhersage und der künstliche Frostschutz eine eingehende, eine umfangreiche literaturbearbeitende Behandlung.

Die Ausführungen des Verfassers, deren Verständnis durch 62 instruktive Zeichnungen wesentlich erleichtert wird, haben auch für den Fachmeteorologen das größte Interesse.

E. Werth.

Keller, Paul „Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizermooren und ihre florensgeschichtliche Deutung.“ Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich. 5. Heft. (Bern 1928).

Die „Pollenanalyse“ hat als einer der jüngsten Zweige der Pflanzengeographie in ihrer Entwicklung in den letzten 20 Jahren bereits sehr günstige Ergebnisse zu verzeichnen und klare Einblicke in die Umgestaltung der Vegetation Mitteleuropas während der Interglaziale und nach der Eiszeit gegeben. Die Methode basiert auf der Tatsache, daß die Pollen — besonders die der Bäume — sich in Torfmooren sehr gut konservieren, und aus den ältesten Ablagerungen ihre Artzugehörigkeit genau zu bestimmen ist. Entnimmt man einem Moor Proben aus verschiedenen Tiefen und stellt von einer genügenden Menge Pollenkörner den prozentualen Anteil der verschiedenen Arten fest, so läßt sich danach ein Diagramm aufstellen, das ein Bild von dem Waldbestand gibt, der das Moor umgeben hat. Ausgegangen ist die Methode von

dem Heimatlande der Botanik, von Schweden. Nachdem sie dann durch mehrere Forscher für Deutschland, das Erzgebirge und die Ostalpen Anwendung gefunden hatte, ist das Gesamtbild von Keller durch die vorliegende Arbeit ergänzt worden. Auf den Seiten 14—125 der Arbeit berichtet Verf. einzeln über die 26 untersuchten Moore. Geographisch liegen sie in drei Gebieten: Mittelland (412—570 und 510—850 m. s. m.), Voralpen (890—1010) und Jura (935—1010). Es folgt bis Seite 159 eine Besprechung der Ergebnisse, die durch eine Tabelle anschaulich gemacht und mit den Ergebnissen anderer Forscher verglichen werden. Im Mittelland ist ebenso wie in Süddeutschland zu unterst *Dryas* vorherrschend, die heute in ihrem Vorkommen auf den Norden und Hochgebirge beschränkt ist. Danach tritt als erster Baum die Birke auf, mit der erst die eigentliche Torfbildung beginnt. Weiter folgen Kiefer, Hasel, Eichenmischwald (besteht in der Hauptsache aus Eiche, Linde und Ulme), Buche und Tanne, die bis in die Gegenwart allmählich von der Fichte verdrängt wird. In den beiden anderen Gebieten tritt an die Stelle des Eichenmischwaldes die Tanne, der in den Voralpen noch die Fichte vorausgeht. Im Jura ist in neuester Zeit ein sekundärer Anstieg des Kiefernwaldes zu verzeichnen. Zum Schluß wird über 8 Seiten die Möglichkeit diskutiert, aus den Ergebnissen, die mit denen aus anderen Gebieten weitgehend übereinstimmen, Rückschlüsse ziehen zu können. Verf. glaubt, daß es „sicher klimatische Unterschiede in den einzelnen Phasen“ nach der Eiszeit gab, „inwieweit diese aber von den heutigen klimatischen Bedingungen verschieden waren, das entgeht noch unseren bisherigen Ergebnissen.“

G. Kretschmer, Dahlem.

Klapp, E. L. Wichtigste deutsche Kartoffelsorten. Ihr Anbauwert und ihre Kennzeichnung. Verlag Oscar Schlegel, Berlin 1929.

Die vorliegende Schrift verfolgt das Ziel, unter der verwirrenden Fülle von Kartoffelsorten nur die Kenntnis der zurzeit wichtigsten und ihrer wesentlichsten Merkmale zu vermitteln. Es kann sich demnach nur um eine Charakteristik auf Grund weniger aber möglichst zuverlässiger unmißverständlicher Kennzeichen handeln. Über diese wird einleitend ein in seiner Kürze vorbildlicher, sehr anschaulicher Überblick gegeben. Daran schließt sich die Beschreibung von 66 Sorten, die nach ihrer Reifezeit angeordnet sind. Um den Bedürfnissen der Praxis entgegenzukommen, hat neben der morphologischen Kennzeichnung der Sorten ihr Wirtschaftswert besondere Berücksichtigung gefunden und zwar sowohl hinsichtlich der Bodenansprüche als auch hinsichtlich der Qualität. Leider haben sich in diesem Abschnitt einige bedauerliche Druckfehler eingeschlichen, unter denen hier nur erwähnt sei, daß *Primel* nicht krebssfest ist. Sehr wertvoll sind schließlich die im Anhang aufgeführten Zusammenstellungen: Gruppierung der Sorten nach Knollen- bzw. Handelstypen, Listen der krebssfesten Sorten, der gelbfleischigen Sorten, der langen Sorten (im Sinne der Berliner Vereinbarungen!), Verhalten einiger Sorten gegen Schorf, Sorten mit erfahrungsgemäß hohem Stärkegehalt, Eignung einiger Sorten für besondere Bodenverhältnisse. Den Beschluß bildet ein Auszug aus den Bestimmungen der Kartoffel-Pflanzgut-Anerkennung. Alles in allem bildet das Büchlein sowohl für den Saatenanerkenner als auch für den praktischen Kartoffelbauer ein sehr wertvolles Hilfsmittel.

Braun, Berlin-Dahlem.

Scharrer, K. Chemie und Biochemie des Jods. 192 Seiten mit 16 Kurven und 76 Tabellen. Verlag von Ferd. Enke, Stuttgart.

Das Tatsachenmaterial von chemischen, medizinischen und landwirtschaftlichen Gesichtspunkten aus ist hier in großen Zügen übersichtlich und in reichem Maße gesammelt worden. Verf. hat bei Behandlung der Biochemie des Jods die Spezialliteraturen obiger drei Gebiete eng miteinander verknüpft und hofft damit Anregung zu geben, Probleme, die mehrere Wissenschaftszweige berühren, unter Vereinigung dieser auf gemeinsamem Forschungswege zu bearbeiten, eine „Sammlung der Geister“, wie er es nennt, zu bewirken.

Zunächst werden die allgemeinen chemischen und pharmakologischen Eigenschaften des Jods und des Jod-Ions im Tier- und Pflanzenkörper, sowie die Bedeutung kleinster Jodmengen im Haushalte der Natur erläutert. Von den vielen Jodverbindungen sei das Dijodtyrosin als Proteinaufbaukörper der Schilddrüse erwähnt. Über die Darstellungsmethoden gelangt Verf. zur Beschreibung des Jodnachweises. Abgesehen von den allgemeinen chemischen Methoden sind beispielsweise behandelt der Jodnachweis im Trink- und Mineralwasser, in Luft und Niederschlägen, im Blute, gravimetrische Methoden zur Mikro-Jod-Bestimmung, elektrometrische Behandlung organisch gebundenen Jods, die konduktometrische und oxydopotentiometrische Titration, mikrokristallographische, spektroskopische und chronometrische Nachweise, Trennungsvorgänge von den übrigen Halogenen und Jodbestimmungen in der Milch. Die Kapitel über das Vorkommen des Jods in Mineralien, Gesteinen und Böden, im pflanzlichen, tierischen und menschlichen Organismus zeigen deutlich eine überaus weite Verbreitung. Besonders interessant sind die verschiedenen Forschungsergebnisse über die Bedeutung des Jods in der Schilddrüse, es kann eine hormonale oder entgiftende Wirkung haben, als Wärmeregulator dienen (Erwecken von Tieren aus dem Winterschlaf durch Jodinjektionen), die Umsetzung des Gesamtstickstoffes beeinflussen usw. Der Chemismus des tierischen Jodstoffwechsels wird durch Jodfütterungsversuche an Milchvieh demonstriert. Das letzte Kapitel behandelt die Rolle des Jods bei der Kropferkrankung und ihrer Bekämpfung. Erstere wird auf die verschiedensten Ursachen, wie Jodmangel im Trinkwasser, Kropf erzeugende Agenzien in der Milch der Weidetiere, Trypanosomen u. a. zurückgeführt.

Das reichhaltige Literaturverzeichnis, 522 Quellen aufzählend, ist eine überaus wertvolle Beigabe zum Text und bietet eine gute Handhabe zu Spezialstudien über das Jod. Bärner, Berlin-Dahlem.

Snell, K. Krebsfeste Kartoffelsorten, mit 24 Farbendrucktafeln nach Originalen von August Dressel. Pareys Taschenatlas Nr. 7, herausgegeben von Prof. Dr. Appel. Verlag von Paul Parey, Berlin 1929. Mit deutschem, englischem und französischem Text. Preis 6 RM.

Voraussetzung für die Umstellung des deutschen Kartoffelbaus auf den Anbau krebsfester Sorten ist nicht allein die hinreichende Produktion vom Pflanzgut geeigneter krebsfester Kartoffelsorten, sondern ebenso sehr die Sortenreinheit und Echtheit des bereitgestellten Pflanzgutes. Nur wenn der deutsche Kartoffelbau in der Lage ist, für Sortenreinheit und Echtheit der krebsfesten Kartoffelsorten Gewähr zu übernehmen, werden wir auf dem Wege des Immunanbaues Fortschritte

machen, andernfalls wird das Zutrauen zu den krebsfesten Sorten, wie es leider schon verschiedentlich vorgekommen ist, immer mehr ins Wanken kommen. Die von den anerkennenden Körperschaften durchgeführte Kartoffelanerkennung legt zwar besonderen Wert auf Sortenechtheit und Reinheit bei den krebsfesten Kartoffeln; trotzdem sind aber auch heute noch bei anerkanntem Pflanzgut Verwechslungen und Vermischungen nicht ganz selten. Es wurde daher in den letzten Jahren vonseiten des deutschen Pflanzenschutzdienstes immer energischer die Forderung erhoben, der Prüfung der anerkannten Pflanzkartoffeln auf Sortenreinheit und Echtheit besonderes Augenmerk zuzuwenden und alle Hilfsmittel heranzuziehen, durch die wir in die Lage versetzt werden, eine genaue Sortendiagnose sowohl an der Staude wie an der Knolle durchzuführen.

Die von Snell im Rahmen der Kartoffelsortenregisterkommission seit Jahren durchgeführten umfangreichen Arbeiten auf dem Gebiete der Sortendiagnose, die ursprünglich den Zweck hatten, die Vielzahl der Sorten nach Möglichkeit einzuschränken und nicht selbständige Sorten auszuschalten, haben seit einigen Jahren plötzlich große praktische Bedeutung für die Zwecke der Krebsbekämpfung durch den Immunanbau gewonnen. Durch die umfangreichen Arbeiten von Snell und seinen Mitarbeitern sind wir heute in die Lage versetzt, sämtliche krebsfeste Kartoffelsorten auf Grund ihrer Merkmale von den krebsanfälligen mit Sicherheit zu unterscheiden. Besonders die von Snell ausgearbeitete und vertiefte Lichtkeimmethode hat sich immer mehr als unentbehrliches Hilfsmittel bei der Sortenfeststellung an der Knolle erwiesen.

Die von Snell bearbeiteten „Krebsfesten Kartoffelsorten“ im Rahmen der Appelschen Taschenatlanten entsprechen daher einer dringenden Forderung der Stunde und sind außerordentlich zu begrüßen. Die nach Snells Angaben von dem Kunstmaler Dressel meisterhaft durchgeführten Abbildungen der wichtigsten krebsfesten Sorten und der am häufigsten angebauten mit ihnen vermischten und verwechselten krebsanfälligen Sorten ermöglichen es eigentlich fast schon ohne Text die Differentialdiagnose zu stellen. Der Text ist infolgedessen auch so knapp wie möglich gehalten. Durch die Herausgabe in drei Sprachen gewinnt das Büchlein über die Grenzen Deutschlands hinaus Bedeutung und wird dadurch vielleicht gleichzeitig dazu beitragen, den hochwertigen deutschen Sorten im Ausland den Weg zu bereiten.

Trotz des bei den Kosten für die Herstellung nicht ganz billigen Preises müßte nicht nur jeder, der mit Kartoffelanerkennung zu tun hat, sondern auch jeder Kartoffelhändler oder zum mindesten jeder Sachverständige im Besitze dieses Buches sein. Unentbehrlich ist es für alle Hauptstellen für Pflanzenschutz, die nach Lage der Verhältnisse heute alle gezwungen sind, die Lichtkeimprüfung in ihre Arbeiten aufzunehmen und die Kontrolle des Handels mit krebsfestem Pflanzgut durchzuführen.

Schlumberger-Berlin.

Wolff, H. Die natürlichen Harze. Monographien aus dem Gebiete der Fett-Chemie, herausg. von Prof. Dr. K. H. Bauer, 379 Seiten, 5 Abbildungen, 4 Tafeln und 5 Tabellen. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m. b. H., Stuttgart, 1928. Preis geb. Mk. 28.—

Es ist sehr erfreulich, daß es dem Herausgeber dieser Monographien gelang, für die Bearbeitung des Bandes „Die natürlichen Harze“ einen

ersten Fachmann zu gewinnen. Wir haben zwar bereits zwei ältere bedeutende Werke über die Harzchemie, das von Tschirch und das von Dieterich, von denen das erstere rein chemisch, das letztere hauptsächlich analytisch ist. Wolff vereint beide Gesichtspunkte und berücksichtigt zugleich den Fortschritt der gesamten Harzchemie seit dem Erscheinen beider Werke bis heute. Bei den Angaben über die Untersuchung sind z. B. auch stets die Methoden der 6. Ausgabe des Deutschen Arzneibuches von 1926 erwähnt. Nach allgemeinen Erläuterungen des Begriffes Harz, der Entstehung von Harz usw. werden die wichtigen Forschungsarbeiten über die Harze, die Ermittlung der Kennzahlen der Harze und ihre Löslichkeit berichtet; ein besonderer Abschnitt behandelt kolloide Harze. Der Hauptteil des Buches beschreibt eingehend die einzelnen Harze, ihre Herkunft, Entstehung, Zusammensetzung, Untersuchung, Verwendung u. dergl. Verf. hat die Harze nach der Stellung ihrer Lieferanten im Pflanzensystem eingeteilt, er beginnt somit mit dem Terpentin der Abietineen und schließt mit dem Laktukarium der Kompositen. Ein besonderer Teil ist dem Stocklack und Schellack gewidmet. Es folgen dann noch Anleitungen für die Untersuchung von Harzgemischen, für die Kapillaranalyse von Harzen und Harzgemischen und Angaben über das Verhalten der Harze im Ultraviolettlicht der Analysenquarzlampe. Es ist schade, daß eine farbige Wiedergabe der Zonenbilder der Kapillaranalyse scheinbar nicht möglich war. Seinen besonderen Wert erhält das vorliegende Buch dadurch, daß Verf. seine jahrzehntelange reiche Erfahrung auf dem Gebiet der Harzchemie und Harzanalyse hier niedergelegt hat. Bei der erheblichen Bedeutung, welche den Harzen in der Technik, Pharmazie und Kosmetik zukommt, ist der Kreis derer sicher nicht klein, welchen das Wolffsche Buch vorzügliche Dienste leisten kann. Es ist auch eine gute Hilfe bei der Analyse von Harzen und Harzgemischen im Laboratorium. Jedem „angewandten Botaniker“ bietet das Buch viel Interessantes.

Th. Sabalitschka.

Personalnachrichten.

Oscar Loew.

Zu seinem 85. Geburtstag am 2. April 1929.

Von

Reg.-Rat Dr. F. Merkenschlager.

Biol. Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.

Im Jahre 1864 erschien ein Zwanzigjähriger bei Justus von Liebig in München, um bei ihm Chemie zu studieren. Es war der Apothekerlehrling Oscar Loew aus Marktredwitz in Oberfranken, den der große Name angezogen hatte. In der väterlichen Apotheke hat er den Namen des Meisters oft nennen hören, sein Vater hatte vor Zeiten die Vor-

lesungen Liebig's in Gießen gehört und war von ihnen durchdrungen. Die Apotheke in Marktredwitz war im Laufe der Jahre zu einem kleinen Laboratorium geworden. Vater und Sohn probierten und studierten an Estern und anderen Verbindungen und so kam es, daß Oscar Loew wohl vorbereitet vor den Meister trat. Er arbeitete ein Jahr in Liebig's Laboratorium. Wenn Liebig an seinen jungen Schüler die tägliche Frage richtete, was er Neues von seinen Arbeiten zu berichten habe, so mögen in dieser Frage die Erwartungen gelegen haben, die Oscar Loew im Laufe seines Lebens so glänzend erfüllte. Aus dem Vaterhause hatte er auch die Liebe zur Botanik mitgebracht, und so ist es zu verstehen, wenn sein Erkenntnisdrang ihn namentlich dorthin führte, wo Botanik und Chemie sich vereinigen, zur chemischen Pflanzenphysiologie. Zwei Grundfragen beschäftigten damals die gelehrte Welt, die Eiweißbildung in der Pflanze und die Zuckerbildung in der Pflanze aus der Kohlensäure der Luft mit Hilfe des Sonnenlichtes. Zu beiden Grundfragen lieferte Oscar Loew, dessen Doktorarbeit sich schon mit Eiweißproblemen befaßte, wichtige Erkenntnisse. Daß das Formaldehyd eine Zwischenform auf dem Wege der Zuckerbildung darstellt, wurde zu jener Zeit eifrig diskutiert und so griff Oscar Loew den Fragenkomplex bei dieser Verbindung an. Es gelang ihm die künstliche Herstellung des Formaldehyds aus Methylalkohol. Die Methode ist im wesentlichen dieselbe geblieben bis auf den heutigen Tag. Es wurde ein Luftstrom durch Methylalkohol geleitet und der mit Methylalkohol gesättigte Luftstrom wurde durch ein Rohr geführt, in welchem sich ein aufgerolltes Kupferdrahtnetz befand. Das Drahtnetz wurde in schwachem Glühen erhalten. Die Produkte wurden in einem abgekühlten Kolben aufgefangen. Es ist bezeichnend für den Menschen Oscar Loew, daß er es versäumte, sich das Patent für das Verfahren zu sichern. Ihm war es um die wissenschaftliche Sache zu tun und er war zu sehr mit seinen Ideen beschäftigt, als daß er diese großartige Entdeckung in Münze umzusetzen Zeit und Neigung gefunden hätte. Die Mitwelt lohnte es ihm schlecht, sie vergaß die Großtat des Gelehrten rasch.

Die Zuckersynthese aus Formaldehyd, die auf Oscar Loew zurückgeht, erlangte nicht die praktische Bedeutung, wie die Methode zur Herstellung des Formaldehyds, für die Theorie zur Assimilation der Kohlensäure der Pflanze war sie um so bedeutungsvoller. Eine dreiprozentige Formaldehydlösung wird mit etwas Kalkmilch geschüttelt, bis Sättigung eingetreten ist, wird filtriert und drei bis vier Tage bei gewöhnlicher Temperatur stehen gelassen. Sobald man den Eintritt einer gelblichen Färbung beobachtet, wird mit Oxalsäure neutralisiert und nach längerem Stehen der oxalsäure Kalk abfiltriert. Das Filtrat wird bei 70° C bis zum Sirup eingeeengt und der als Nebenprodukt auftretende ameisensaure Kalk durch Alkohol abgetrennt. Von diesem unlöslichen Salz wird abfiltriert und das Filtrat bei 70° C eingedampft, es resultiert ein farbloser oder schwach gelber Sirup (Rohformose) von rein süßem Geschmack.

Fast zu gleicher Zeit wie Oscar Loew arbeitete Emil Fischer über die „Zuckersynthese“, und wenn sich auch damals aus den unabhängig geführten Versuchen Prioritätsfragen ergaben, so steht doch der Anteil Oscar Loews an der Förderung des Problems ungeschmälert fest. Es ist das Verdienst von R. Willstätter, daß er diesen Anteil seinen Hörern immer wieder verkündigt hat um der historischen

Wahrheit willen. Die beiden Entdeckungen, die vom Methylalkohol zu Formaldehyd und vom Formaldehyd zum Zucker führten, hätten genügt, um dem Namen Oscar Loew in den Annalen der Chemie einen besonderen Rang zu sichern; aber das Tagewerk des Gelehrten erschöpfte sich nicht in ihnen. Wenn wir die Ideen, Problemstellungen und Methoden Oscar Loews an den Fragen von heute messen, so



Aufnahme vom Februar 1929

Professor Dr. Oscar Loew

werden wir mit Bewunderung gewahr, daß viele der Errungenschaften, die wir der neuesten Zeit zuteilen möchten, ihren Keim in den Arbeiten von Oscar Loew haben. Als Oscar Loew noch Mitarbeiter von Nägeli — einem Zeitgenossen Darwins — war, war er zu der Überzeugung gelangt, daß die gärungserzeugende Fähigkeit der Hefe nicht an die lebende Zelle gebunden ist, sondern an einen Zellbestandteil. Mehrere Jahrzehnte später erschien die Arbeit von E. Buchner über die Zymasegärung und brachte die experimentelle Bestätigung. Im Jahre 1902 erschien eine Arbeit von Oscar Loew unter dem Titel:

„Über bakteriolytische Enzyme als Ursache von erworbener Immunität“. Es handelt sich um nicht mehr und nicht weniger als um die Erscheinungen, die heute unter dem Namen „Das D’Herellesche Phänomen“ in der wissenschaftlichen Welt bekannt sind. Loew hatte beobachtet, daß *Bacillus fluorescens liquefaciens* nach üppiger Entwicklung in einer Nährlösung sich allmählich wieder auflöst. Diese Beobachtung führte zur Herstellung des Präparates Pyocyanase (gemeinsam mit Emmerich), das sich bei der Heilung von Diphtherie sehr gut bewährte. Im Jahre 1902 war Oscar Loew auf eine stimulierende Eigenschaft des Mangans aufmerksam geworden. Zwei Jahrzehnte später war nicht mehr zu bestreiten, daß das Mangan auf gewisse Pflanzen unter gewissen Bedingungen eine außerordentliche Wirkung ausübt. Im Jahre 1903 entdeckte Oscar Loew in allen pflanzlichen und tierischen Zellen ein spezielles Enzym, welches Wasserstoffsuperoxyd mit bedeutender Energie in Sauerstoff und Wasser zerlegt. Er nannte das Enzym Katalase. Heute ist die Katalaseprüfung überall gebräuchlich und hat namentlich bei der Qualitätsprüfung der Milch Bedeutung erlangt.

Seine Studien über das Eiweiß sind hauptsächlich theoretischer Natur. Schon frühzeitig hat er vermutet, daß die Eiweißkörper der lebenden Substanz eine sehr labile Beschaffenheit haben müssen im Gegensatz zum toten Eiweiß. Seine „Chemische Energie der lebenden Zelle“ ist zeitgeschichtlich betrachtet ein Kunstwerk, wenn die Kolloidchemie auch heute mit anderen Vorstellungen an die Probleme herantritt. Die Entdeckung eines Bakteriums, das Ameisensäure und Formaldehyd assimilieren kann (1882), der Nachweis von Benzoesäure in der Preiselbeere, die später von Moissan bestätigte Feststellung, daß der lange Zeit umstrittene eigentümliche Geruch des violetten Flußspates von Wölsendorf auf der Anwesenheit von freiem Fluor beruht, seien hier aus der Reihe der vielen Einzelbeobachtungen von Oscar Loew besonders genannt.

Die Beiträge zur Methodik der Wasserkulturen und Sandkulturen, die Oscar Loew geliefert hat, sind nicht hoch genug einzuschätzen. Was man heute als „Ionenantagonismus“ bezeichnet, findet sich in Loews Arbeiten vorbereitet. Es ist bezeichnend, daß der Mensch und Kämpfer Oscar Loew seine Großtaten ruhig in Vergessenheit geraten ließ, daß er aber um seine nicht anerkannten Theorien litt und stritt. Die „Lehre vom Kalkfaktor“, Jahrzehnte lang umfochten, war ihm ein Schmerzenskind. Um dieses Stiefkind seiner Arbeiten konnte der Meister sich ereifern, er, der ruhig zusah, daß seine Zuckersynthese, seine großartige Methode zur Herstellung von Formaldehyd vom Gestrüpp der Vergessenheit überwuchert wurde, soweit sein Name in Betracht kam. Am „Kalkfaktor“ hängt Oscar Loew, weil es sein umstrittenstes Gebiet ist. Hier ist ein Gebiet, in dem auch die mitreden, die über die Grundfragen der chemischen Pflanzenphysiologie wenig orientiert sind. Hier ging es laut zu, und es ist betrüblich aber bezeichnend, daß die junge Generation den großen Namen in Verbindung mit einer umstrittenen Angelegenheit auszusprechen pflegt. Die Lehre vom Kalkfaktor besagt, daß Kalk und Magnesia in einem bestimmten Verhältnis, das für die verschiedenen Arten verschieden weit ist, die besten Erträge liefert. Tatsache ist, daß Magnesium ohne Kalk ein starkes Pflanzengift ist, Tatsache ist, daß der Anteil an Kalk, der nötig ist, die Magnesia zu entgiften, für die

einzelnen Arten verschieden ist. Arbeiten aus der Braunschweiger Landwirtschaftlichen Versuchsstation, die noch unveröffentlicht sind, werden neues Licht auf die Fragen werfen.

Ins Volk gedrungen ist der Name des Forschers als der Name des Gründers der Kalktherapie. Oscar Loew hatte an *Spirogyra*, einer Algenart, die Entdeckung gemacht, daß der Kalk am Aufbau des Zellkerns einen wesentlichen Anteil hat, und hat im Laufe der Zeit die Überzeugung gewonnen, daß der Kalk im Zellstoffwechsel eine dominierende Stellung innehat. Unermüdlich war er tätig, diese Erkenntnis für die Praxis nutzbar zu machen. Zusammen mit Emmerich stellte er das Präparat Kalzan her, das milchsauren Kalk und milchsaures Natron enthält, und das sich als vorzügliches Mittel zur Erhaltung von Kalkreserven im Organismus bewährt hat. Oscar Loew selbst hat stets nach seinen wissenschaftlichen Erkenntnissen gelebt, und die erstaunliche Frische seines Wesens legt am ehesten Zeugnis ab von seiner Theorie. Die Skepsis gegen die Jüngeren, die mit neuen Methoden an die Probleme der Wissenschaft herantreten, ist Oscar Loew fremd. Er ist nicht veranlagt zu jener Resignation der alten Generation gegen die jüngere, die so alt ist wie die forschende Menschheit. Mit dem Wachstum der Wissenschaft ist er heute noch verbunden. Die Uneigennützigkeit seines Wesens ist vorbildlich. Er hat seinerzeit in Japan den sauren Charakter gewisser Mineralböden beobachtet. Er ist der eigentliche Entdecker der Bedeutung der Bodenreaktion. Er hat aber die Beantwortung dieser Frage seinem Schüler Daikuhara weitergegeben, an dessen Namen sich die Aufrollung der Bodenreaktionsfragen knüpft. Das Gedankengut seiner Mitarbeiter achtet er beinahe überängstlich. Er arbeitet lieber über eine andere Frage, um die Entfaltungsmöglichkeit seines Schülers nicht zu beengen. Die deutsche Wissenschaft in ihrer klassischen Zeit in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts kannte noch die stille Gelehrtenstube. Wir, Oscar Loews Schüler, haben das Glück gehabt, daß wir unter einem Meister arbeiten durften, der noch den patriarchalischen Zauber der klassischen Epoche der Wissenschaft im Laboratorium verbreitete. Und dies in einer Zeit, in der in der wissenschaftlichen Welt schon eine Art Amerikanismus eingesetzt hatte, ein aufs Höchste gesteigerter Konkurrenzkampf mit einer rasenden Spezialisierung, in einer Zeit, in der an die Stelle der Gelehrtenstube die Interessentengemeinschaft zu treten drohte. Das jedem Spezialistentum abgeneigte Wesen Oscar Loews mag wohl Ursache dafür sein, daß wir an diesem Gelehrten etwas spezifisch Deutsches empfinden, wir sehen den Drang nach Gründlichkeit, den Drang nach dem Experiment beflügelt von kühner Theorie.

Oscar Loew stammt aus einer alten fränkischen Gelehrtenfamilie. Sein Großvater war Pfarrer in Thurnau in Oberfranken, sein Vater Apotheker in Marktredwitz. Die Stadt Marktredwitz, in der er am 2. April 1844 das Licht der Welt erblickte, ernannte ihn 1924 zum Ehrenbürger. Im Jahre 1864 arbeitete Oscar Loew, wie schon erwähnt, bei Justus von Liebig in München. 1865 bis 1867 studierte er an der Universität Leipzig Pflanzenphysiologie und Chemie, von 1868 bis 1871 arbeitete er als Physiologe in New York. Als er 1871 nach München zurückkehrte, erlebte er den Einzug der bayerischen Truppen vom Feldzug 1870/71 in München. Im Jahre 1872 ging er aufs neue nach Amerika und nahm bis 1876 an einer großen Expedition

teil, die ihn nach Texas, Mexiko, Colorado und Südkalifornien führte. Unvergeßlich ist uns aus seinen Erzählungen eine Episode. Er hatte, abgelenkt durch seine Beobachtungen, die Fühlung mit der Expedition verloren, als plötzlich ein Indianer in voller Kriegausrüstung vor ihm stand. Er redete mit „Buen amigo“ den Indianer an, der freundlich lachte, und den Gelehrten unbehelligt ließ. Wenn er auf solche Erlebnisse zu sprechen kam, pflegte er für den Menschen anderer Länder ein Wort der Achtung zu finden. Für den Patrioten, den weitgereisten Gelehrten Oscar Loew, ist diese hochgemute Lebensart bezeichnend. Von 1877 bis 1893 arbeitete er unter Prof. Nägeli am Botanischen Institut München. 1893 erhielt er einen Ruf als ordentlicher Professor an die Universität Tokyo. Von 1898 bis 1901 war er als „Expert in Physiology“ am U. S. Department of Agriculture in Washington tätig. 1901 folgte er erneut einem Ruf nach Tokyo. Als Zweiundsechziger kehrte er 1907 nach Deutschland zurück. Im Jahre 1913 bot ihm Geheimrat von Goebel, der Direktor des Botanischen Instituts der Universität München, die Biochemische Abteilung seines Institutes an. Oscar Loew wurde zum Honorarprofessor der Universität München ernannt. Seine auf Arbeit und Sparsamkeit gegründete Lebensführung hatte ihm ein Vermögen geschaffen, das ihm Unabhängigkeit und wirtschaftliche Sorglosigkeit auf Lebensdauer zu gewähren schien. Für die Übernahme in eine beamtete Laufbahn in seinem Vaterlande war er zu alt geworden. Da zerriß ihm im hohen Alter die Inflation Hab und Gut. Der große Gelehrte, der Entdecker bedeutender Vorgänge, stand, beinahe 80 jährig, vor dem Ruin. Zu stolz um sich nach Gnadenbrot umzusehen, nahm er einen ausländischen Forschungsauftrag an und schiffte sich nach Brasilien ein. Ein deutsches Gelehrschicksal schien sich zu erfüllen, nur begleitet vom Schmerz der Schüler. 1926 kehrte er nach Deutschland zurück. Die chemische Fabrik, die sein Präparat Kalzan herstellt, hat ihm 1927 einen Forschungsauftrag erteilt. Seit 1927 lebt er in Berlin. In der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, orientiert er sich wöchentlich über Neuerscheinungen auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie. Er arbeitet noch täglich von früher Morgenstunde an und in voller Rüstigkeit. Wir grüßen den Liebigschüler Oscar Loew, den großen Meister, zu seinem 85. Geburtstag.

Die Arbeiten von Oscar Loew.

Spezielle Publikationen.

Ein natürliches System der Giftwirkungen. München 1893.

Die chemische Energie der lebenden Zellen. Stuttgart 1906, II. Aufl.

Die Lehre vom Kalkfaktor. Berlin 1914.

Der Kalkbedarf von Mensch und Tier. München 1927, IV. Aufl.

Catalase, a new enzym of general occurrence. Report Nr. 68, Division of Vegetable physiology, U. S. Dept. of agriculture, Washington 1901.

The physiological rôle of mineral Nutrients. U. S. Dept. of agriculture 1903, II. Aufl.

Curing and Fermentation of cigar leaf tobacco. Report Nr. 59, U. S. Dept. of agriculture, 1899.

Physiological studies of Connecticut Tobacco. Report Nr. 65, U. S. Dept. of agriculture, Washington 1900.

I. Landwirtschaft und Pflanzenphysiologie.

- Zur Theorie der blütenbildenden Stoffe. Flora 1905.
- Was gibt den Anstoß für Blütenbildung? Fortschritte d. Landwirtschaft, 1927.
- Das Ernteverhältnis zwischen Korn und Stroh. Dtsch. landwirtsch. Presse, 1923.
- Der Erntequotient. Bulletin, College of agriculture, Tokyo 1903.
- Über die physiologischen Funktionen der Phosphorsäure. Biolog. Zentralbl., 1891.
- Über richtige Ausführungen von Topfkulturen. Chemiker-Ztg., 1911.
- Untersuchungen aus dem landwirtschaftlichen Laboratorium der Universität Tokyo. Landwirtschaftl. Versuchstationen, 1895.
- Über mineralisaure Böden. Landwirtschaftl. Jahrbücher, Bd. 46.
- Eine Reaktion auf saure Böden. Zeitschr. f. landwirtsch. Versuchswesen in Österreich, 1909.
- Ton, eine Bodensäure. Zeitschr. f. Tonindustrie, 1928.
- Über den Einfluß der Boden- und Düngerreaktion auf den Ertrag. „Die Ernährung der Pflanze“, 1923.
- Stallmist und Magnesiadüngung. Ebenda, 1924.
- Blattläuse und Düngung. Ebenda, 1924.
- Über die Bedeutung der schwefelsäuren Magnesia als Düngemittel. Chemiker-Ztg., 1921 (vgl. auch „Ernährung der Pflanze“, 1922).
- Über den Nutzen des Gipses in der Landwirtschaft. Dtsch. landwirtsch. Presse, 1922, Nr. 74/76.
- Über die physiologisch saure Natur der Kali-Düngesalze. Ebenda, 1928.
- Kann das Düngemittel Harnstoff unter Umständen schädlich auf Pflanzen wirken? Zentralbl. f. Bakteriologie, II. Abt., 1927.
- Über Bodenmüdigkeit und Bodensäuerung. Dtsch. Revue, 1915.
- Über die Gewinnung eines kalkreichen Wiesenheues. „Gesunder Viehstand“, 1918.
- Über den Nutzen der Soyabohne. Der praktische Landwirt, 1923.
- Worauf beruht die alkalische Reaktion bei der Assimilationstätigkeit von Wasserpflanzen? Flora, 1893.
- Über Assimilation von Nitraten in Pflanzenzellen. Berichte d. dtsh. Chem. Ges., 1917 (vgl. auch Chemiker-Ztg., 1912).
- Über die Giftwirkung von Fluornatrium auf Pflanzen. Flora, 1905.
- Über die Wirkung von Strontiumsalzen auf Pflanzen. Ebenda, 1911.
- Über die physiologische Wirkung des Dicyandiamids auf Pflanzen. Chemiker-Ztg., 1908.
- Ist Dicyandiamid ein Gift für Feldfrüchte? Ebenda, 1909.
- Über die Giftwirkung des Ammoniaks auf Pflanzen. Landw. Fachpresse, 1923.
- Über Schädigung der Pflanzen durch Schwefelwasserstoff. Ebenda, 1924.
- Kann Kalium in Pflanzen durch Rubidium vertreten werden? Die landwirtsch. Versuchstationen, 1878.
- Zur Frage der Vertretbarkeit von Kalium durch Rubidium bei niederen Pilzen. Bot. Zentralbl., 1898.
- Über die physiologischen Wirkungen des Chlorrybidiums auf Phanerogamen. Bulletin College of agriculture, Tokyo 1903.
- On the fermentation of cacao and of coffee. Report of the Portorico-Experiment-Station, 1908.
- Studies on acid soils of Portorico. Ebenda, 1913.

Protozoan life in soils of Portorico. Ebenda, 1913.

The relative value of sodium nitrate and ammonium sulfate. Ebenda, 1923.

Ein landwirtschaftlicher Reisebericht aus den Tropen. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, 1910.

Skizzen von der japanischen Landwirtschaft. Der prakt. Landwirt, 1924.

Einblicke in die spanische Landwirtschaft. Landw. Fachpresse, 1923.

Ein Besuch auf einem kalkarmen Weidegut. Dtsch. landw. Presse, 1920.

Im Verein mit Th. Bokorny:

Chemisch-physiologische Studien über Algen. Journ. f. prakt. Chemie, 1887.

Im Verein mit K. Aso:

On different degrees of Availability of plant nutrients. Bull. College of Agriculture Tokyo, Bd. 7, Nr. 3.

On changes of availability of nitrogen in soils I and II. Ebenda, 1907, Bd. 7, Nr. 5.

Über Stimulierung der Pflanzen.

Über Reizmittel des Pflanzenwachstums. Landw. Jahrbücher, 1903.

Über die Wirkung von Manganverbindungen auf Pflanzen. Flora, 1902.

Über den Einfluß des Mangans auf Waldbäume (im Verein mit Honda). Bull. College of Agriculture, Tokyo 1904.

Über die Wirkung des Urans auf Pflanzen. Ebenda, 1903.

Über die Wirkung von Reizmitteln auf Pflanzen. Beiträge z. Pflanzenzucht, 1924.

Über Reizmittel des Pflanzenwachstums. Chemiker-Ztg., 1924, Nr. 71.

Über stimulierende Wirkung des Mangans auf Pflanzen. Mitt. d. dtsch. Landwirtschafts-Ges., Sept. 1919.

Biologische Möglichkeiten zur Hebung des Ernteertrags I u. II. Biol. Zentralbl. 1924 u. 25.

On the stimulation of plant growth. Agricultural Notes of Portorico, Exp. St., 1920.

Chlorkalk als Boden-Desinfektionsmittel. Der prakt. Landwirt, 1922.

Zur Physiologie von Kalk und Magnesia.

Über die physiologischen Funktionen der Kalk- und Magnesiumsalze im Pflanzenorganismus. Flora, 1892; ferner Landw. Versuchsstationen, 1892.

Über die physiologischen Funktionen der Kalksalze. Botan. Zentralbl., 1898.

Unter welchen Bedingungen wirken Magnesium-Salze schädlich auf Pflanzen? Flora, 1903.

Ist es berechtigt, bei Bodenanalysen die Magnesia-Bestimmung außer Acht zu lassen? Chemiker Ztg., 1909.

Über das Kalk-Bedürfnis bei Algen und Pilzen. Biol. Zentralbl., 1925.

Über die Bedeutung des Kalks für die Ernährung der Pflanzen, Tiere und Menschen. Naturwiss. Zeitschr. Forst- u. Landwirtschaft, 1918.

Über Abhängigkeit eines Maximalertrages von einem bestimmten Verhältnis zwischen Kalk und Magnesia im Boden. Landw. Jahrbücher, 1902.

Über Kalk und Magnesia in den Pflanzen. Dtsch. landw. Presse, 1907.

Über Kalk und Magnesia in Pflanzen und Boden. Fühlings landw. Ztg., 1909.

On the lime factor of different crops. Bull. College of Agricult. Tokyo, Bd. 5.

- Einige Bemerkungen zur Giftwirkung der Salze des Magnesiums, Strontiums und Baryums auf Pflanzen. Landw. Jahrbücher, 1903.
- Über das Kalkbedürfnis der Pflanzen. Ebenda, 1906.
- Kalk-Düngung und Magnesia-Düngung. Ebenda, 1907.
- Ist die Lehre vom Kalkfaktor eine Hypothese oder eine bewiesene Theorie? Landw. Jahrbücher, 1914.
- Über Kalk-Düngung. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich, 1905.
- Über das Kalk-Bedürfnis verschiedener Pflanzenorgane. Ebenda, 1905.
- Einige Bemerkungen zu den Kalk-Magnesia-Versuchen von Dr. Meyer. Landw. Jahrb., Bd. 54.
- Bemerkungen zu neueren Versuchen Haselhoffs und Schlußbemerkungen zu Äußerungen Haselhoffs. Ebenda, 1914.
- Über den Einfluß des Kalk-Magnesia-Verhältnisses auf das Wachstum der Pflanzen, ein Beitrag zur richtigen Anstellung von Topfversuchen. Journal f. Landwirtschaft, 1920.
- Bemerkungen zu Pfeiffers Entgegnung. Ebenda, 1921.
- On the influence of the lime magnesia ratio upon plant growth. Journ. of indust. and engineering Chemistry, März u. Novbr. 1913.
- Zusammen mit Honda:
- Über den Einfluß wechselnder Mengen von Kalk und Magnesia auf die Entwicklung der Waldbäume. Bull. College of Agricult. Tokyo, Bd. 2.

II. Tierphysiologie.

- Über die Dosierung des Chlorcalciums in der Tierzucht. Chemiker-Ztg., 1918.
- Über die Erfolge der Chlorcalcium-Zufuhr bei den Haustieren. Mitt. d. dtsh. Landw.-Ges., 1917 u. 1918.
- Über die Begründung der Chlorcalcium-Zufuhr bei Tieren. Ebenda, 1917.
- Über Kalkmangel und Verwendung von Chlorcalcium bei Tieren. Münch. tierärzt. Wochenschr., 1919.
- Folgen des Kalkmangels irrtümlich als solche des Kalimangels aufgefaßt. Ebda., 1917.
- Chlorcalcium, ein Mittel zur Bekämpfung des Durchfalls der Tiere. Südd. landw. Tierzucht, 1920.
- Über den Vorzug von Chlorcalcium gegenüber Futter-Kalkpulvern. Ebenda, 1922.
- Chlorcalcium in der Schweinezucht. Mitt. d. Ver. dtsh. Schweinezüchter, 1918.
- Über die Wirkung der Calcium-Salze auf die Gesundheit der Haustiere. Der prakt. Landwirt, 1925.
- Fortschritte der Chlorcalcium-Fütterung. Ebenda, 1928.
- Huhn und Kalk. Dtsch. landw. Geflügelztg., 1927.
- Kalk und Haut. „Gesunder Viehstand“, 1919.
- Über Alkali-Mangel im Futter. Ebenda, 1920.
- Kali und Natron im tierischen Organismus. Ebenda, 1921.
- Die Wichtigkeit des Lecithins für Tierernährung. Ebenda, 1919.
- Über Kapps Säuretherapie (krit. Bemerkungen). Der prakt. Landwirt, 1926.

Zusammen mit Prof. Emmerich:

- Über den Einfluß der Calciumzufuhr auf die Fortpflanzung von Kaninchen, Meerschweinchen und Mäusen. Landw. Jahrb., 1915 und Arch. f. Hyg., 1915.

III. Zur Physiologie des Menschen.

- Zu den Grundlagen der Kalktherapie. Reichsmedizinalanzeiger, 1915.
 Über die Wichtigkeit der Kalktherapie. Dtsch. Bäderztg., 1921.
 Über Kalkzufuhr und Kalkgleichgewicht beim Menschen. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medizin, 1921.
 Zum Kalkbedürfnis des Menschen. Ebenda, 1922.
 Einige Bemerkungen über die Ernährung der Japaner. Zeitschr. f. physikal. u. diät. Therapie, 1922.
 Über Ernährungskrankheiten. Dtsch. Revue, 1922.
 Über mangelhafte Kalkretention und deren Verhütung. Jahresber. d. Heufieberbundes, 1918.
 Die Kalkretention. Klin.-therapeut. Wochenschr., 1919.
 Praktische Gesichtspunkte der Behandlung des Skeletts. Fortschritte der Medizin, 1927.
 Kann Calciumbicarbonat als spezielles therapeutisches Mittel gelten? Wiener med. Wochenschr., 1928.
 Vitamine und Kalkstoffwechsel. Fortschritte d. Medizin, 1926.
 Über den Kalk-Stoffwechsel bei Schwangerschaft. Deutsche medizinische Wochenschrift, 1919.
 Über das Kalk-Gleichgewicht im Körper. Chemiker-Ztg., 1921.
 Über das Bedürfnis des Menschen an mineralischen Nährstoffen. Blätter f. Volksgesundheitspflege, 1915.
 Alimentäre Acidosis. Mediz. Klinik, 1928, Nr. 48.
 The effect of calcium on Fertility and Pregnancy bei Tieren. Medical Journal and Record, New York 1928, Jan.
 The promotion of Calcium-Retention. British Medical Journal, May 1928.
 Os Fundamentos physiologicos da therapeutica do calcio. Bulletin da Academia da Medicina de Rio de Janeiro 1926 und Vortrag daselbst.
 Über Zufuhr und Bedarf an Kalisalzen beim Menschen. Kosmos 1918.
 Über die alkalische Beschaffenheit des Blutes. Natur, 1925.
 Beobachtungen über Tropenhitze. Dtsch. Revue, 1911.
 Zur Physiologie der Akklimatisierung. Münch. Med. Wochenschr., 1908.
 Das Institut für Heilserum gegen Schlangenbiß in Brasilien. Natur, 1927.
 Über japanische Nahrungsmittel. Dtsch. Revue, 1904.
 Über einige sonderbare japanische Nahrungsmittel. Mitt. d. Dtsch. Ges. f. Natur- und Völkerkunde Ostasiens, 1907.
 Über Anwendung des Frostes bei der Herstellung einiger japanischer Nahrungsmittel. Ebenda, 1904.
 Medizinische Notizen aus Japan. Münch. med. Wochenschr., 1898.

Gemeinschaftlich mit Prof. Emmerich:

- Über den Einfluß der Kalksalze auf Konstitution und Gesundheit. Berl. klin. Wochenschr., 1913.
 Kalkmangel in der menschlichen Nahrung, sowie einige Arbeiten über Kalktherapie bei Heufieber und Tic-Convulsiv. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankheiten, 1914.

IV. Bakteriologie.

- Die chemischen Verhältnisse des Bakterienlebens. Centralbl. f. Bakt., II, 1891.
 Über einen Bazillus, der Ameisensäure und Formaldehyd assimilieren kann.
 Ebenda, 1892.
 Beitrag zur Kenntnis der chemischen Fähigkeiten der Bakterien. Ebenda, 1892.
 Sind Bakterien die Ursache der Tabakfermentation. Ebenda, 1900, Nr. 4 u. 18;
 ferner 1901, Nr. 19.
 Bemerkungen über den *Bacillus methylicus*. Ebenda, 1903.
 Über schädliche Bakterientätigkeit im Boden und Bodensäuberung (im Verein mit
 Emmerich und Leiningen). Ebenda, 1911.
 Über das Verhalten niederer Pilze gegen anorganische Stickstoffverbindungen.
 Biol. Centralbl., 1890.
 Über die Ernährung der autotrophen Bakterien. Biochem. Zeitschr., 1923.
 Über einen Nutzen des Bakterium *Coli* im Darm. Münch. Mediz. Wochenschr.,
 1925, Nr. 44.
 Zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse. Archiv f. Hygiene, 1889.
 Über die Ernährung des *Azotobacter* im Boden. Centralbl. f. Bakt., II, 1927.
 Über bakteriolytische Enzyme als Ursache von erworbener Immunität (im Verein
 mit Emmerich). Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankheiten, 1899 und
 1901; ferner Centralbl. f. Bakt., I, 1902.
 Über biochemischen Antagonismus. Centralbl. f. Bakt., I, 1902.

Im Verein mit Kozai:

- Zur Physiologie des *Bacillus Pyocyaneus*. Bulletin of the College of Agriculture
 Tokyo, Bd. 4, Nr. 4, 1902, und Bd. 5, 1903.
 Über die Bildung des *Pyocyanolysins*. Ebenda, Bd. 4, Nr. 5.
 Über Ernährungsverhältnisse des *Bacillus prodigiosus*. Ebenda, Bd. 5, Nr. 2.
 Über fungizide Wirkungen von Pilzkulturen. Ebenda, Bd. 5, Nr. 2.

V. Eiweiß-Chemie.

- Über einige neue Derivate des Albumins. Journ. f. prakt. Chemie, 1872.
 Über die Einwirkung des Cyans auf Albumin. Ebenda, 1877.
 Über Eiweiß und die Oxydation desselben. Ebenda, 1885.
 Zur Konstitutionsfrage der Eiweißkörper. Chemiker-Ztg., 1905.
 Über Stickstoffbindung in den Proteinstoffen. Ebenda, 1896.
 Über Eiweiß und Pepton. Pflügers Archiv, Bd. 31.
 Über den mikrochemischen Nachweis von Eiweißstoffen. Botanische Ztg., 1884.
 Einige Bemerkungen über die Zuckerbildung aus Proteinstoffen. Beiträge zur
 Chemischen Physiologie und Pathologie, 1902.
 Eine Hypothese über die Bildung des Albumins. Pflügers Archiv, 1880.
 Über den Eiweißumsatz in den Pflanzen. Mitt. d. Physiol. Ges., München 1885.
 Das Asparagin in pflanzenchemischer Beziehung. Chemiker-Ztg., 1897, Nr. 58.
 Eiweiß-Probleme. Ebenda, 1922, Nr. 68.
 Richtigstellung Protoplasma betreffend. Ebenda, 1897, Nr. 58.
 Über die osmotischen Eigenschaften der Zellen in ihrer Bedeutung für Toxikologie.
 Ebenda, 1897.

- Über das aktive Reserveeiweiß in den Pflanzen. *Flora*, 1895.
 Einige Bemerkungen zur Chemie des Eiweißes. *Berichte d. dtsh. chem. Ges.*,
 Dez. 1925.
 Zur Kenntnis der Eiweißbildung in den Pilzen. *Beiträge z. Physiologie u. Pathologie*, 1903.
 Über Stickstoffassimilation und Eiweißbildung in der Pflanzenzelle. *Biochem. Zeitschr.*, April 1912.
 Über eine labile Reserve-Eiweißform. *Beihefte z. Bot. Zentralbl.*, 1924.
 Über eine labile Eiweißform in den Pflanzen und ihre Beziehungen zum lebenden Protoplasma. *Biochem. Zeitschr.*, 1915 und 1923.
 Über labile Eiweißkörper. *Münchener Mediz. Wochenschr.*, 1925; ferner *Biolog. Zentralbl.*, 1925.
 Zur Lehre von der chemischen Energie in der lebenden Zelle. *Centralbl. f. Bakt.*, 1908; ferner auch *Botan. Zentralbl.*, 1898.
 Gegenbemerkungen zu Baumanns Kritik. *Pflügers Archiv*, 1883.

Zusammen mit Bokorny:

- Aktives Eiweiß und Tannin in Pflanzenzellen. *Flora*, 1911.
 Über intravitale Fällungen. *Ebenda*, 1913.
 Nochmals aktives Eiweiß in Pflanzenzellen. *Ebenda*, 1917.

Weitere Veröffentlichungen im Botanischen Zentralblatt 1889 und 1893: ferner Biologisches Zentralblatt, 1888 und 1891.

VI. Chemische Arbeiten.

- Darstellung eines sehr wirksamen Platinmohrs. *Berichte d. dtsh. chem. Gesellschaft*, XXIII, 289.
 Katalytische Bildung von Ammoniak aus Nitraten. *Ebenda*, 1890.
 Bildung von salpetriger Säure und Ammoniak aus freiem Stickstoff. *Ebenda*, 1890.
 Katalytische Reduktion der Sulfogruppe. *Ebenda*, 1890.
 Katalytische Zersetzung des salpetrig-sauren Ammoniaks. *Ebenda*, 1890.
 Katalytische Bildung flüchtiger Fettsäuren aus Glycose. *Ebenda*, 1890.
 Über einige katalytische Wirkungen. *Ebenda*, 1887.
 Spielt Wasserstoff-Superoxyd eine Rolle in lebenden Zellen. *Ebenda*, 1902.
 Über einige katalytische Wirkungen des Platinmohrs. *Bulletin College of agriculture*, 1906.
 Catalysis and chemical energy. *Journal of Physical chemistry*, 1900.
 Vom Werdegang der Formalin-Industrie. *Zeitschr. f. angew. Chemie*, 1924.
 Organische Stoffe der Urzeit. *Ebenda*, 1927.
 Kupferoxyd-Ammoniak als Oxydationsmittel. *Journ. f. prakt. Chemie*, 1878.
 Beitrag zur Kenntnis des Pyrogallols. *Ebenda*, 1877.
 Über Hexosazone aus Glycerin- und Formaldehyd-Kondensation. *Chemiker-Ztg.*, 1899.
 Über die Wirkung des Sonnenlichts auf Kohlenbisulfid. *Ebenda*, 1868.
 Über Derivate des Trichlormethylsulfonylchlorids. *Ebenda*, 1869.
 On the action of sunlight on sulphurous acid. *American Journ. of Science*, 1870.

On the formation of ozone by rapid combustion. Ebenda, 1870 und Ber. d. Chem. Ges., 1909.

Freies Fluor im Flußspath von Wölsendorf. Ber. d. dtsh. chem. Ges., Bd. 14.

Bemerkungen über den Mechanismus der Oxydationsvorgänge. Ber. d. dtsh. chem. Ges., 1912.

Bemerkungen über die biologischen Oxydationsvorgänge. Ebenda, 1914.

Über die Giftwirkung der Oxalsäure und ihrer Salze. Münch. Med. Wochenschr., 1892 und Botan. Zentralbl., 1895.

Über die Giftwirkung von oxalsauren Salzen und die physiologische Funktion des Calciums. Biolog. Zeitschr., 1911.

Über die Giftwirkung von Pyro- und Meta-Phosphorsäure und deren Salze. Arch. f. Hygiene, 1920.

Über die Giftwirkung des Fluornatriums auf Pflanzen. Flora, 1905.

Über Giftwirkung. Pflügers Archiv, 1887.

Über die Giftwirkung von Hydroxyl-Amin und Hydrazin. Chemiker-Ztg., 1907, Nr. 71.

Über Giftwirkung des Hydroxylamin verglichen mit der von anderen Substanzen. Pflügers Archiv, Bd. 35.

Über Giftwirkung einiger Derivate des Hydrazins. Chemiker-Ztg., 1898.

Über Giftwirkung des Diamids. Ber. d. dtsh. chem. Ges., 1890.

Über den Giftcharakter des Dijodacetylids. Zeitschr. f. Biologie, 1898.

Notiz über die relative Immunität junger Salamander gegen arsensaure Salze. Arch. f. exper. Pathologie u. Pharmakologie, Bd. 49.

Über Giftwirkung des Ninhydrins auf lebende Zellen. Biochem. Zeitschr., 1915.

Über die Natur der Giftwirkung des Suprarenins. Ebenda, 1918.

Über das Verhalten des Zellkerns zu verschiedenen Giften. Ebenda, 1916.

Ninhydrin als mikrochemisches Reagens. Flora, 1915.

Über das Verhalten des Azoisimids zu lebenden Organismen. Ber. d. dtsh. chem. Ges., 1891.

Physiological action of amidosulphonic acid. Transactions of the Chemical society of London 1898.

Chemische Bewegung. Biolog. Zentralbl., 1889.

Die chemische Labilität in physiologischer Hinsicht. Flora, 1905.

Über den Zusammenhang zwischen Labilität und Aktivität bei physiologischen Vorgängen und Enzymen. Pflügers Archiv, 1904.

Zur Theorie der Enzymwirkung. Biochem. Zeitschr., Bd. 31.

Zur Energie chemisch-labiler Substanzen. Physikal.-chem. Zentralbl., V, 1908.

Über Atomumlagerungen bei physiologischen Vorgängen. Archiv f. Hygiene, 1915.

Über die chemische Natur der ungeformten Fermente. Pflügers Archiv, Bd. 27.

Einige Bemerkungen über Enzyme. Journal f. prakt. Chemie, 1888.

Über die koagulierende Wirkung des Chloroforms im Verein mit Aso. Bulletin of agriculture, IV, 1901.

Zur Theorie der Katalase-Funktion. Pflügers Archiv, 1910.

Zur physiologischen Bedeutung der Katalase. Zentralbl. f. Bakt., II. Abt., 1908.

Zur Unterscheidung zweier Arten Katalase. Ebenda, 1903.

Über Zuckerbildung aus Formaldehyd.

- Über Formaldehyd und dessen Kondensation. Journal f. prakt. Chemie, 1886.
 Über Kondensation des Formaldehyds unter verschiedenen Bedingungen. Ber. d. dtsch. chem. Ges., 1888.
 Über Bildung von Zuckerarten aus Formaldehyd. Ebenda, 1889.
 Nachträgliche Bemerkungen über Formose. Ebenda, 1889.
 Weiteres über die Kondensation des Formaldehyds. Journal f. prakt. Chemie, 1886.
 Zur Klarstellung der Beziehungen zwischen Formose und Methylenidan. Ebda., 1888.
 Zur Charakterisierung der Zuckerarten. Landw. Versuchsstationen, 1892.
 Richtigstellung inbetreff der Kondensationsprodukte des Formaldehyds. Chemiker-Ztg., 1897 und Pflügers Archiv, 1894.
 Ein neuer Beweis für die Zuckernatur der Formose. Ber. d. dtsch. chem. Ges., 1887.
 Einige Bemerkungen über Formose. Ebenda, 1887.
 Über die Rolle des Formaldehyds bei der Assimilation der Pflanzen. Ebenda, 1889.
 Über die Formose in pflanzenchemischer Hinsicht. Botan. Ztg., 1887.
 Ein irreführender Bericht über Formose. Journal f. prakt. Chemie, 1915.

Am 20. Februar beging unser langjähriges Mitglied Professor Dr. H. Klebahn, Dr. agr. h. c., Hamburg seinen 70. Geburtstag. Der Vorsitzende übersandte ihm ein Glückwunschschreiben, in dem er Klebahns Verdienste um die wissenschaftliche Erforschung von praktisch bedeutsamen Fragen und seine treue Mitarbeit an den Bestrebungen der Vereinigung für angewandte Botanik hervorhob.

Am 2. Februar d. J. verschied sanft unser Mitglied, der Nestor der deutschen Botaniker,

Professor Dr. phil. L. Wittmack,

Geheimer Regierungsrat, Dr. agr. h. c., Dr. med. vet. h. c., ord. Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule und ord. Honorarprofessor an der Universität Berlin. Der Verstorbene gehörte der Vereinigung für angewandte Botanik seit ihrer Gründung im Jahre 1902 an und zeigte bis zuletzt großes Interesse an den Fragen der angewandten Botanik. Er wurde am 26. September 1839 in Hamburg geboren, ist also fast 90 Jahre alt geworden. Von seinen Arbeiten seien nur seine Forschungen über die Stammpflanze der Kartoffel hervorgehoben. Noch in den letzten Jahren hat der außerordentlich rührige und mit einem großen Wissen begabte Gelehrte ein großes Buch über Samenkunde und ein zweites über die Botanik der Baumwolle geschrieben. Die Vereinigung für angewandte Botanik wird ihrem treuen und um die Bestrebungen der Vereinigung hochverdienten Mitglieder stets ein ehrendes Andenken bewahren.

Der Vorstand.

Strukturveränderungen am toten Holze durch technische Einflüsse und ihre Sichtbarmachung durch Färbungen.

Von

E. Fichte.

Mit 14 farbigen Abbildungen auf Tafel 1 und 2.

Der Bau des Holzes in bezug auf innere Struktur, auf allgemeine Festigkeit und auf Zusammensetzung der Zellwände ist in einer ausgedehnten Literatur reichlich bearbeitet worden. Ich erwähne insbesondere: N. I. C. Müller, Atlas der Holzstruktur, 1888, Haberlandt, Pflanzenanatomie, 1895 (1918), Strasburger, Bau und Verrichtungen der Leitungsbahnen, 1893, Büsgen-Münch, Bau und Leben der Waldbäume, 1927. Der größte Teil davon beschränkt sich auf die Anatomie des Holzes. Es wird dabei der Einfluß vom Alter des Baumes, von Standortsunterschieden, von Bodeneigenschaften, von Wind und anderen Verhältnissen auf den Bau des Holzes berücksichtigt. Auch Unterschiede in den technischen Eigenschaften sind mehr oder weniger erwähnt und in gewisse Beziehungen gesetzt zu den unter soeben genannten Einflüssen vollzogenen Änderungen beim Aufbau des Holzes.

Die neuzeitliche Verwendung des Holzes begnügt sich aber nur in geringem Maße mit den von der Natur geschaffenen Eigenschaften des Holzes und erfordert eine auf technischem Wege vollzogene Veränderung vieler Hölzer vor ihrer Verarbeitung zu Bauholz oder zu Werkstoff für die Herstellung von Gebrauchsgegenständen.

Ich habe mir zur Aufgabe gestellt, technische Beeinflussungen des Holzes durch Anwendung und Ausarbeitung wissenschaftlicher Methoden sichtbar zu machen und auch den Grad der Wirksamkeit technischer Beeinflussungen festzustellen.

Herrn Professor Dr. Tobler, Direktor des Botanischen Institutes und des Botanischen Gartens zu Dresden, habe ich es zu verdanken, daß ich in seinem Institute arbeiten durfte, um unter seiner Leitung die in der Praxis erfahrenen Tatsachen planmäßig und wissenschaftlich zu untersuchen.

Auch Herrn Professor Dr. Schwede im Botanischen Institut der Technischen Hochschule, dessen Arbeit über „Strukturveränderungen des Holzes durch Druck“ mir bekannt wurde, danke ich für die mir gegebenen Hinweise auf diesem Gebiete.

Für die Beurteilung technischer Einflüsse auf die Struktur des Holzes erscheint es mir erforderlich, die in der Literatur vorhandenen Begriffe der Holzstruktur sowie ihre Beziehung zur Festigkeit des Holzes und den Begriff des Gefüges der Zellwand ins Gedächtnis zurückzurufen.

I. Struktur.

Unter Struktur des Holzes verstehe ich den Aufbau des Holzes aus einer Zahl verschiedener Elemente, der Gefäße, der Tracheiden, des Holzparenchyms, der Markstrahlen, der Harzgänge und Interzellularräume. Die Größe der einzelnen Elemente ist dabei nicht maßgebend für die Unterscheidung der Holzarten, vielmehr geschieht diese nach folgenden Punkten:

1. Verteilung der Gefäße, der Tracheiden und des Holzparenchyms.
2. Verteilung und Größe der Markstrahlen (ihre Höhe nach Zellreihen).
3. Feinere Struktur (Gefüge) der Zellwände.

Die Gefäße oder Tracheen sind die größten Elemente des Holzes und entstehen dadurch, daß übereinanderliegende oder besser in der Längsrichtung aufeinanderfolgende Zellen durch Auflösung der trennenden Wände sich zu einer Röhre vereinigen (Büsgen-Münch, 1927). Die Gefäße kann man als die letzte Stufe der Entwicklung der Holzelemente betrachten. Sie sind vollständig verhärtet, führen nur noch selten Protoplasma. Ihr Inhalt besteht meist aus Wasser und Luft. Für die Stabilität des Baumes sind sie von großer Wichtigkeit. Ihre Teilnahme an dem Transport des Wassers im Baume ist gering.

Die Tracheiden dagegen dienen in der Hauptsache der Wasserhebung. Daher werden sie in der älteren Literatur (Strasburger, 1893) auch als Leitzellen bezeichnet. Bei den Nadelhölzern bilden sie im Gegensatz zu den Laubhölzern die Hauptmasse des Holzkörpers (Hartig, 1891). Gleichhohe Elemente

treten in der Richtung des Durchmessers vom Mittelpunkt des Stammes bis zum äußersten Umfang zu regelmäßigen Reihen zusammen, wobei jede einzelne Reihe gegen die benachbarte in senkrechter Richtung verschoben ist. Dadurch wird offenbar die Festigkeit der Struktur gesteigert. Die Enden der Tracheiden sind keilförmig zugespitzt. Da die Hoftüpfel im allgemeinen auf den radialen Wänden sich befinden, ist ein Wasseraustausch in Richtung der Radien im allgemeinen nicht möglich. Dieser vollzieht sich vielmehr in Richtung der Peripherie. Nur bei der Kiefer wird ein Wasseraustausch von innen nach außen vollzogen. Bei Tanne, Fichte, Lärche zeigen die Tracheiden des letzten Jahresringes zahlreiche kleine Hoftüpfel auf den quer zu den Radien stehenden Seiten, den Tangentialwänden, wodurch eine Zuleitung von Wasser aus dem letzten Jahresring zum Kambium gefördert wird. Bei der Tanne namentlich würde die Kambiumschicht, da die Markstrahlen nur aus Parenchymzellen bestehen, mit Beginn der Jahresringbildung große Wassersnot erleiden, weil die verholzten Wandungen der letzten an das Kambium grenzenden Tracheiden ohne diese tangentialen Tüpfel fast kein Wasser durchlassen würden. Auf den Wänden der Tracheiden stehen die Hoftüpfel meist in einfachen, selten in doppelten Reihen übereinander.

Es stehen mithin nur die letzten Spätholzzellen (Leitzellen) jedes Jahresringes mit den benachbarten ersten Frühholzleitzellen in Verbindung. Eine weitere Verbindung der Jahresringe besteht nicht (Strasburger, 1893). Aus diesem Befund ergibt sich ohne weiteres, warum Kiefernspiltholz am leichtesten durchtränkbar ist, da hier die Leitzellen der in radialer Richtung verlaufenden Markstrahlen einen großen Teil einer Flüssigkeit in das Holz einführen können.

Bei Tanne und Fichte fällt diese Erleichterung weg. Mit Ausnahme des äußeren Leitzellenmantels am Umfange des Holzstammes müssen die übrigen Leitzellenmäntel von der Längsrichtung des Stammes aus mit Flüssigkeit gefüllt werden, was durch den Widerstand der infolge des Austrocknens geschlossenen Hoftüpfel einigen Schwierigkeiten begegnet. Die Füllung der Leitzellen erfolgt dabei derart, daß erst nach vollständiger Füllung der Nachbarzellen sich der Überschuß quer zur Längsrichtung der Wandungen in der Richtung der Jahresringe in die anschließenden Zellen ergießt. Eine Leitung der Flüssigkeit durch die stets

feuchten Zellwandungen hindurch ist bisher nicht bewiesen worden und kann auch nach den Untersuchungen Strasburgers, 1893, als ausgeschlossen betrachtet werden. Da auch die wasserfeuchten und an die Tüpfelkanäle angepreßten Schließhäute der Hoftüpfel sich dem Durchgang öligler Stoffe stark widersetzen, müssen diese unter einem gegen den wäßriger Lösungen stärkeren Druck in das Holz eingepreßt werden, was eine teilweise Zerreißung der Schließhäute und damit eine Verminderung der Festigkeit zur Folge haben dürfte.

Form und Wandstärke der Tracheiden sind von Einfluß auf die technischen Eigenschaften des Holzes. Die ersten Aufschlüsse über den Zusammenhang der technischen Eigenschaften, insbesondere der Qualität der Nadelhölzer, mit ihrem anatomischen Bau verdanken wir namentlich Hartig, 1885, der nach dem Vorgang Sanios durch Tausende von Messungen festgestellt hat, daß allgemein bei allen untersuchten Stämmen von Fichte und Tanne und in allen Altersstufen in einem und demselben Jahresringe die Lumenweite der Tracheiden bis zu einer gewissen Baumhöhe zu- und dann wieder abnimmt, so daß sie am Kronenansatz ungefähr der auf Brusthöhe gleich ist. Von dort an findet dann im Innern der Krone eine rasche Abnahme der Tracheidenweite bis zur Baumspitze statt. Nach Bertog, 1895, ist die Gesetzmäßigkeit am deutlichsten, wenn nur die ersten fünf Tracheidenreihen eines jeden Jahresringes berücksichtigt werden.

Die Länge der Tracheiden ändert sich in derselben Weise wie ihre Lumenweite, so daß die anfängliche Zunahme bis zum Kronenansatz und die Abnahme innerhalb der Krone auch für ihre gesamte Größe gilt.

Durch den Bau der Tracheiden werden die Schwankungen im Raumgewicht der Nadelhölzer ausreichend erklärt. So hat bei Kiefer, Weymuthskiefer und Weißtanne das Holz der untersten Stammteile, wo die kleinsten Tracheiden liegen, auch das höchste Raumgewicht. Dies sinkt dann nach obenhin rasch, dann langsam, um unmittelbar unter der Krone wieder anzusteigen und innerhalb der Krone einen ganz unregelmäßigen Verlauf zu nehmen. Bei der Fichte findet sich das schwerste Holz in einer Stammhöhe von 2 m, und ein zweites, geringeres Höchstgewicht liegt in der Mitte des Stammes.

Die Beziehungen des Baues der Tracheiden zum Holzgewicht einerseits und die Abhängigkeit der Festigkeit vom Gewicht eines

Körpers lassen den Zusammenhang zwischen Struktur und Festigkeit eines Holzes erkennen. Unter Festigkeit des Holzes versteht man im allgemeinen die Widerstandsfähigkeit gegen Druck, Spaltung und Zerreißung des Holzkörpers in seiner Gesamtheit. Es ist bisher noch nicht möglich gewesen, einwandfreie Normen für die Beurteilung der Holzfestigkeit in diesem Sinne zu geben. Es muß auch bei dieser Arbeit unterlassen werden, den Begriff der Holzfestigkeit für einen Holzkörper im Ganzen zu gebrauchen. Trotzdem soll erwähnt werden, daß bei der Widerstandsfähigkeit gegen Druck das spezifische Gewicht eine Rolle spielt, während die Widerstandsfähigkeit gegen Zerreißung von der Länge der Fasern abhängt und der Widerstand bei der Spaltung in der Größe und Lage der Markstrahlkomplexe zu suchen ist.

Markstrahlzellen sind parenchymatische in der Richtung des Radius gestreckte Holzzellen. Zellreihen, die den Markstrahl oben und unten begrenzen, verhalten sich wie die Markstrahlzellen der ersten Jahresringe, d. h. sie haben eine unregelmäßige Form und lassen eine größere Anzahl Tüpfel auf den Kreuzungsflächen erkennen. Die Markstrahlzellen nehmen nach dem Herbstholz zu an Länge ab. Die meisten Koniferen besitzen nur Markstrahlen einerlei Gestalt, von welchen man annimmt, daß allen die gleichen Funktionen zukommen. Zweierlei Markstrahlzellen, deren Funktionen sicher voneinander verschieden sein können, trifft man als Quertracheiden und normale Markstrahlzellen ohne Harzgänge, bei *Picea excelsa* in Verbindung mit Harzgängen. Die Kiefern zeigen sogenannte Zwischenzellen, und neben diesen normale Markstrahlzellen. Holzparenchymzellen vermitteln die Verbindung der Markstrahlen untereinander. Die Markstrahlzellen werden stets von gleichgerichteten, ununterbrochen fortlaufenden Interzellularen begleitet. Auf radialen Längsschnitten kann man diese als schwarze Linien leicht verfolgen. Auf tangentialen Längsschnitten präsentieren sie sich als kleine dreieckige umschriebene Hohlräume.

Die tracheidalen Markstrahlelemente erleichtern den Wasseraustausch in radialen Bahnen. Bei *Picea excelsa* allerdings sind die tracheidalen Markstrahlräume vielfach durch lebende Elemente unterbrochen.

Für unsere Betrachtungen sind noch die Harzgänge erwähnenswert. Sie treten in der Hauptsache bei den Nadelhölzern auf und enthalten ein Gemisch von Harz und Terpentinöl. In der Längsrichtung findet man sie am meisten, doch muß man ihre

Anwesenheit auch als Begleiter der Markstrahlen feststellen. Beide Arten der Harzkanäle stehen an ihren Kreuzungspunkten in Verbindung. Auch mit den Tracheiden, wohinein sich das Harz oft ergießt, haben sie Verbindungsstellen. Die Tätigkeit der die Harzgänge umgebenden Zellen als Erzeuger von Harz läßt bei der Fichte sehr bald nach, während selbst im Kernholz der Kiefer die Erzeugung von Harz fortbesteht.

Außer der geschilderten direkten Verbindung der Harzkanäle untereinander und mit den Tracheiden gibt es noch eine Möglichkeit der Verbindung aller Holzelemente, nämlich durch die Poren. Die Poren, welche den Namen Tüpfel führen, sind nicht als offene Lücken in den Zellwänden zu betrachten, sondern sie sind bekanntlich durch eine Membran verschlossen, die dem ungehinderten Durchgang von Flüssigkeiten entgegentritt. Die Schließhaut des Tüpfels erscheint im frischen Splintholz bei den weiten Tracheiden des Frühholzes frei ausgespannt oder der Tüpfelwand nur locker angeschmiegt, in lufttrockenem Splintholz oder im Kernholz aber so fest angedrückt, daß ihr Torus, eine etwas dickere und chemisch anders beschaffene Stelle der Schließhautmitte, die Mündung des Tüpfelringes fest verschließt. Der Schließhautreif hat nach neueren Untersuchungen feine Durchbohrungen und seinen Radien folgende, netzartig verbundene Verdickungsleisten. Einseitigen Tüpfeln fehlt der Torus, dessen Anlegen an die Tüpfelöffnung ein Zerreißen der Schließhaut auch bei starkem Druck verhindern soll. Diese Verhältnisse sind für die Imprägnation des Holzes von Bedeutung. Weiterhin ist für die Beurteilung der in den Versuchen vorgenommenen technischen Einflüsse von Wichtigkeit, zu wissen, daß auf den Radialflächen der Zellen die größeren, auf den Tangentialflächen die kleineren behöft Tüpfel liegen.

2. Das Gefüge der Zellwand.

Während bisher von der Struktur und der allgemeinen Festigkeit des Holzes gesprochen wurde, soll nunmehr eine Darstellung des Gefüges der Zellwand folgen. Die Struktur ergab sich aus dem Verhältnis der Gefäße, der Tracheiden, der Markstrahlen und der Harzgänge zueinander. Die Festigkeit des Holzes wurde als abhängig erkannt von der Grundform des Zellenbaues und dem spezifischen Gewicht, das seinerseits wieder im Zusammenhang steht mit der chemischen Beschaffenheit der Zellwände an

sich. Mit Gefüge bezeichne ich Form, Festigkeit und Zusammensetzung der Zellwand allein.

Gemäß ihrer Entwicklung besteht die Zellwand aus drei Schichten, den Sekundärmembranen und der Mittellamelle. Diese drei Teile hängen meist fest zusammen, und es gehört eine gewisse Kraft dazu, sie voneinander zu trennen, d. h. das Gefüge der Zellwand zu lockern. Dasselbe trifft auch für die Schließhäute der Tüpfel zu. Da sie eine nicht unbedeutende Elastizität besitzen, geht einer Zerreißung dieser Organe stets eine Lockerung des Gefüges voraus.

Die rein physikalische Definition des Begriffes Gefüge kann noch ergänzt werden durch die Erwähnung der chemischen Zusammensetzung der Zellwandelemente, der Tüpfelorgane und der Thyllen. Allen Elementen der Holzkörper ist die chemische Zusammensetzung gemeinsam (Büsgen-Münch, 1927). Nur die Mittellamelle enthält noch Pektin, und zwar in Form von pektinsaurem Kalk. Über das Verhältnis von Zellulose zu den Ligninen bestehen verschiedene Auffassungen. W. Fuchs (1926) nimmt an, daß die Zellmembran ein Gemenge, eine Durchwachsung verschiedener Substanzen vorstellt, von denen die eine oder die andere dem geschlossenen Ganzen entzogen werden kann, ohne daß das Gefüge zerstört würde. Diese Definition deckt sich im Grunde mit der Inkrustationstheorie, die der Zellulose die Eigenschaft einer Skelettsubstanz zuschreibt, in die sich die Lignine einlagern. Daß Lignin kein einheitlicher Begriff ist, bedarf der Erwähnung. Es gibt zahlreiche Lignine, was jedoch auf den Gang unserer Betrachtung ohne Einfluß ist. Die Lignine sind es in erster Linie, die die Wände für die speziellen Funktionen mechanischer Art besonders geeignet machen. Der steigende Gehalt an Ligninen macht das Holz härter und widerstandsfähiger bei Biegung, während die Zugfestigkeit verringert wird, die aber ihrerseits mit dem Gehalt an Zellulose zunimmt. Die Quellbarkeit wird durch die Verholzung verringert. Beim Trocknen des Holzes können in den Verdickungsschichten Brüche oder Risse entstehen, die den Durchtritt von Wasser und Luft durch die Wände der Holzbestandteile nicht beeinflussen. Rasch gewachsenes Holz von Fichte und Tanne enthält weniger Lignine als langsam gewachsenes. Die Ligninkomponente ist gegen die meisten chemischen Einflüsse empfindlicher als die Zellulose, gegen biologische umgekehrt weniger, was auf die konservierende Eigenschaft der Lignine zurückzuführen

ist. Die Pektinverbindungen der Mittellamelle bei den Koniferen-hölzern sind im Wasser unlöslich, wohl aber extrahierbar mit Säuren, Alkalien, z. B. Kalkmilch. Sie können zu den Hemi-zellulosen gerechnet werden (Wislicenus, 1909).

Methodik.

In vorstehenden Abschnitten ist erläutert worden, daß fast sämtliche Gefäße, Tracheiden und sonstige Räume des Holzes miteinander in Verbindung stehen. Es ist aber die Frage offen gelassen worden, ob die Verbindungswege unter allen Umständen für Fremdstoffe, für Wasser und andere Flüssigkeiten, wie z. B. für Öl, passierbar sind. Man kann keinesfalls annehmen, daß die Tüpfel, die Harzkanäle und die die Markstrahlen begleitenden Interzellularräume in einer Verfassung sind, daß die genannten Stoffe bei Atmosphärendruck passieren können. Vielmehr ist hierfür ein zum Teil nicht unbeträchtlicher Überdruck erforderlich, der auf die Zellelemente eine verändernde, wenn nicht sogar zerstörende Wirkung ausüben kann. Bevor ich jedoch diese Wirkungen festzustellen versuche, möchte ich ein Kapitel streifen, daß sich mit dem chemischen Nachweis eingedrungener Fremd-stoffe befaßt.

Bei den Imprägnierungsverfahren ist die erreichte Eindringungs-tiefe verschieden groß. Das hat zahlreiche Gründe. So ist bekannt, daß wäßrige Lösungen chemischer Stoffe sich leichter einpressen lassen und leichter die Schließhäute passieren als ölige Stoffe. Zuweilen wirken die Membranen auch als Filter gegen den Durchtritt gewisser Stoffe. Weiterhin wirken in den Gefäßen zugleich mit Wasser auftretende Luftblasen als Jaminsche Ketten.

Die Chemie gibt uns Möglichkeiten, mit Hilfe deutlich sicht-barer Reaktionen auch die feinsten Spuren fremder Stoffe, jedoch nur einer begrenzten Anzahl derselben, im Holze nachzuweisen.

Für den Nachweis anorganischer Stoffe, insbesondere von Kupfervitriol, hat sich Ohara, 1927, interessiert. Er weist Kupfer mit Hilfe der Cupricyanatreaktion nach und erhält folgendes Bild: Markstrahlzellen im Splintholz waren mit gelben Kristallen ausgefüllt. In den Tracheiden des Frühholzes, ja sogar an den Berührungspunkten mit den Markstrahlen war nichts zu sehen. Im Parenchym wurde fast immer das reichliche Vorhandensein von Kupfer nachgewiesen, so daß sogar das Material wegen des

reichlichen Kupfergehaltes undurchsichtig erschien. Im Gegensatz zu den Frühtracheiden, wo die Kupferreaktion nicht deutlich auftrat, waren alle Spättracheiden fast ausnahmslos mit Kupfer ausgefüllt. Nach Strasburger haben die engen Tracheiden im Splintholz um den Kern offene Hoftüpfel und eine weit langsamere Verkernung. Das Kupfersalz wird durch die Markstrahlen in die Frühtracheiden transportiert. Was die Hoftüpfel des Frühholzes anbelangt, so erkennt man durch die Cupricyanatreaktion zuweilen die Anhäufung der gelben Kristalle im Hof, die manchmal den ganzen Hof ausfüllen. Das Kupfersalz wird in der Zellwand anscheinend nicht fixiert. Ich möchte ausdrücklich hervorheben, daß es bei der Feststellung der Eindringungstiefe absolut nicht darauf ankommt zu wissen, ob der Fremdstoff an die Zellwand gebunden ist, ob er auf der Wand fixiert oder ob er nur in den Interzellularräumen, Lumina oder Harzgängen eingelagert ist. Auch bei der Verwendung des „Aschenbildes“ nach Molisch ist es nicht von Wichtigkeit nachzuprüfen, ob die eingeführten Stoffe gebunden oder eingelagert sind, sondern es ist festzustellen, wie weit die Stoffe in das Holz eingedrungen sind, also Feststellung der Tiefenwirkung der Imprägnierung.

Schnitte von 5—10 mm Stärke wurden im elektrischen Ofen verascht und zeigten deutlich das Vorhandensein von Kupfer. Natürlich waren die nachgewiesenen Mengen gering, aber ihre Anwesenheit stand fest.

Diese Ergebnisse Oharas stehen im Gegensatz zu den bisher bekannten Resultaten, insbesondere den von Strasburger, 1891, und Schwalbe, 1927, aufgestellten Behauptungen, daß Kernholz von Flüssigkeiten auch nicht unter großem Druck durchdrungen werden kann.

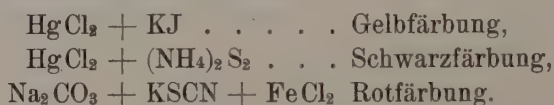
Die von Ohara auf chemischem Wege gefundenen und für meine Arbeit wichtigen Resultate können in einigen Sätzen zusammengefaßt werden:

Es wurde mikrochemisch nachgewiesen, daß die in dem Holzkörper von *Cryptomeria japonica* imprägnierte Kupfervitriollösung den Leitungsbahnen folgt. Im Verlauf der Imprägnierung trat das genannte Salz zunächst im Spätholz und in den Markstrahlen, dann in den Frühtracheiden, besonders wo diese mit Markstrahlen in Berührung kommen, auf. Für den Nachweis des Kupfers wurden mikrochemische Reaktionen benutzt, von denen die Cupricyanatreaktion die höchste Empfindlichkeit aufwies. Im Aschenbild

des Holzes erscheinen Spättracheiden braun oder schwarz, je nach den Imprägnierungsstufen, während Markstrahlen und Frühtracheiden als schwarze Linien von Kupferoxyd zu erkennen sind. Aus dem Aschenbild ergab sich weiterhin, daß die Imprägnierung bis in den Kern hinein durchgedrungen war. Diese letzte Tatsache ist als ganz besonders wichtig anzusprechen, da sie den Beweis einer Eindringungsmöglichkeit bis in das Kernholz bringt.

Ergänzend muß noch auf die in Deutschland übliche Methode des Nachweises der Quecksilberchloridtränkung mit Ammoniumsulfid hingewiesen werden. Die feinsten Spuren von Quecksilberchlorid, das in das Holz eingebracht worden ist, läßt sich mit Ammoniumsulfid nachweisen, da beide Stoffe eine schwarze Verbindung geben.

Einige chemische Reaktionen zum Nachweise von anorganischen Stoffen im Holze sind noch folgende:



Bei dem chemischen Nachweis des Vorhandenseins fremder Stoffe im Holz hat man aber mit Mißerfolgen zu rechnen, die dann auftreten, wenn uns die Methoden des chemischen Nachweises kleinster Mengen mit den üblichen Mitteln im Stiche lassen. Es ist dann wohl möglich, Öltropfen z. B. bis zu einer gewissen Mindestgröße auch mikroskopisch zu erkennen. Was ist aber zu tun, wenn die Tropfen so klein werden, daß sie zumal bei völliger Farblosigkeit nicht zu erkennen sind, und wenn auch die eindeutigen klaren Methoden versagen, weil es sich um Stoffe komplizierter chemischer Natur handelt?

Für die Durchführung meiner Arbeit habe ich einige nicht auf chemischen Reaktionen beruhende Methoden zur Erkennung von Veränderungen an totem Holze ausgearbeitet, so daß es mir möglich war, vergleichende Bilder von der Beschaffenheit des Holzes sowohl in unbehandeltem wie behandeltem Zustande zu erhalten.

Die Färbungen nach Schwarz mit substantiven Farbstoffen (1924).

Schwarz geht von der Farbenabstufung aus, die wir in kolloidalen Lösungen bei verschiedenem Dispersitätsgrad finden. Als Beispiel führt er die Farbenreihe des Jods an:

„grün — blau — violett — rot — orange — gelb“.

In den blauen Lösungen sind die Farbteilchen am größten, in den gelben am kleinsten. Der bekannte Farbumschlag roter Goldhydrosole bei der Koagulation in Blau tritt nach Zsigmondy durch flockenartige Vereinigung der Teilchen zu größeren Komplexen ein, gleichgültig, ob Amikromen oder Submikromen sich vereinigen. Da es sich hierbei nicht nur um die Farbe trüber Medien handelt, sondern auch die Lichtabsorption der Teilchen eine Rolle spielt, sind auch die komplexen Brechungskoeffizienten der betreffenden Substanz zu berücksichtigen. Die gleichen Farbenänderungen sind auch bei festen Lösungen zu finden, wie z. B. bei feinverteiltem Alkalimetall.

Für die mikroskopische Technik sind von besonderem Interesse die metachromatischen Färbungen durch Jod. Zu den genannten Farben von Blau bis Rot kommen hier noch Mischfarben, die man als violettbraun, rotbraun und gelbbraun bezeichnen kann.

Abgesehen von anderen Möglichkeiten ist die Farbe des absorbierten Jodes verschieden je nach dem Gefüge des Adsorbens, sei es nun durch Kochen mit verdünnten Säuren, veränderte Stärke oder eine Zellwand, die je nach ihrer physikalischen oder chemischen Beschaffenheit sich gelb bis blauviolett färbt.

Stoffe, die bei der Absorption beträchtliche Farbdifferenzen ergeben, finden wir auch unter den substantiven Farbstoffen oder Salzfärbungen, meist Natriumsalzen von Benzidin-, Toluidin- und Dianisidinverbindungen. Am besten sind für diese Färbungen blaue Farbstoffe, die über Violett — Rotorange — nach Gelb übergehen. Auch grüne Farbstoffe, die über Gelbgrün nach Gelb gehen, sind für solche Arbeiten brauchbar. Da die Färbungen in erster Linie durch das Gefüge der Zellwand, d. h. durch den Zustand, in welchem sich die Wandgele befinden, beeinflusst werden, können wir durch die Färbung ein Urteil über diese Zustände gewinnen. Die chemische Beschaffenheit soll jedoch nicht berücksichtigt werden, da sie für diese Arbeiten gegenstandslos ist. Es ist fernerhin wichtig, daß die Färbungen bei Zimmertemperatur auszuführen sind, durch den Färbungsprozeß also keine nachträgliche Veränderung, wie etwa durch Wärme, verursacht wird.

Die von Schwarz in der nachstehenden Übersicht genannten, an die chemische Beschaffenheit erinnernden Bezeichnungen sollen nicht chemische Bestandteile nennen, sondern nur eine Klassifizierung nach der Festigkeit oder Dichtigkeit auf Grund der chemischen Zusammensetzung darstellen.

1. Zellinwände. Sie bestehen in der Hauptsache aus Zellulose, Hemizellulose, Pektinstoffen. Der Farbstoff wird in großen Farbstoffteilchen abgelagert. Hierher gehören die Zellwände, die wenig oder gar nicht verholzt sind.
2. Ligninwände. Der Farbstoff wird in mittlerer Teilchengröße abgelagert. Sie sind chemisch von den Zellinwänden stark verschieden, da sie verholzt sind. Hierher gehören daher die verholzten Zellwände.
3. Kutinwände. Sie setzen sich zusammen aus fett- und wachsartigen Substanzen, also aus der Kutikula, kutinisierten und verkorkten Membranen. Hier wird der Farbstoff im höchsten Dispersitätsgrad abgelagert.
4. Kallinwände. Es ist nicht notwendig, diese Gruppe weiter zu erklären, da sie sowohl hinsichtlich der Menge ihres Vorkommens als auch in färbetechnischer Hinsicht nicht wichtig ist.

Mit der Veränderung des Gefüges wird auch die Tinktionsfähigkeit verändert. Dieses kann z. B. durch mechanischen Druck erfolgen, wie bei den Holzzellen, die sich nach starker Quetschung wie Zellinwände färben. Korkzellen, die sich stark von den Gruppen 1 und 2 unterscheiden, färben sich nach Lockerung ihres Gefüges durch Verwitterung ebenso wie diese Gruppen. Die Merzerisierung der Baumwolle und die dadurch herbeigeführte Lockerung des Gefüges gilt als gutes Beispiel für die Anwendung dieser Unterscheidungsmethode.

Selbstverständlich kann man die vermehrte Tinktionsfähigkeit nicht einfach auf eine Lockerung des Gefüges zurückführen, sie wird sich auch nicht immer auf kolloidchemischem Wege erklären lassen, etwa durch den Übergang vom kristallinen zum amorphen Zustande, vielmehr muß man damit rechnen, daß eine Vergrößerung der absorbierenden Fläche eingetreten ist, eine Annahme, die später bewiesen werden soll.

Gewiß spielt auch noch ein weiterer Umstand eine Rolle, das ist der Wassergehalt, bei dem in gewisser Höhe eine Verminderung der Tinktionsfähigkeit eintritt. Doch möchte ich dazu neigen, diese Tatsache in den Bereich der Fehlerquellen zu versetzen. Wie ich später zeigen werde, kommt es bei der Ausführung der Färbungen darauf an, den Wassergehalt bei allen Objekten möglichst gleichmäßig zu halten, wozu Mittel zur Verfügung stehen.

Es bedarf keiner besonderen Erwähnung, daß die 73 von Schwarz genannten und von ihm verwendeten Farbstoffe nicht sämtlich für den Nachweis der veränderten Holzstruktur geeignet sind. Es ist mir gelungen, aus der großen Zahl der Farbstoffe zwei herauszufinden, deren Anwendung auf meine Arbeit hervorragende Resultate ergab. Das sind die Farbstoffe:

Oxaminblau 4 R und Diamingrün H. S.

Es soll damit nicht gesagt sein, daß die anderen Farbstoffe ungeeignet wären. Es sind nur die Begleitumstände oftmals derartig ausschlaggebend, daß unter meinen Arbeitsverhältnissen eben gerade nur diese beiden Farbstoffe gute Resultate gaben.

I. Methode.

Ich schicke voraus, daß in jedem Fall die Aussichten auf Erfolg von der Arbeitsweise abhängig sind. Hat man sich aber auf eine bestimmte Arbeitsweise eingestellt, so sind Fehlschläge so gut wie ausgeschlossen.

Zum Färben werden Handschnitte verwendet. Die Schnitte müssen einerseits dünn genug sein, um das Licht gut hindurchzulassen, anderseits aber dürfen sie nicht so dünn sein, daß die Färbung der dünnsten Stellen nicht mehr zu erkennen ist. Als Beleuchtung nimmt man am besten das Tageslicht, wobei der Unterschied zwischen blauem Himmel und weißen Wolken sehr zu beachten ist. Ist man gezwungen, bei künstlichem Lichte zu arbeiten, so ist die Verwendung einer Tageslichtbirne empfehlenswert, da diese ein dem Tageslicht ähnliches Licht entwickelt.

Die Schnitte werden kurze Zeit in einer Bleichflüssigkeit belassen, um vor allem bei Spätholz die gelben Wände zu bleichen und den Zellinhalt zu beseitigen. Die Bleichflüssigkeit darf nur bis zu 0,2 % wirksames Chlor enthalten. Langes Bleichen vermindert die Festigkeit der Schnitte und verwandelt die Zellulose in Oxyzellulose, die sich dann nur schwach färbt. Die Schnitte werden gut ausgewaschen und zur Beseitigung der Chlorreste einen Augenblick mit Natriumthiosulfat behandelt.

Die vorgeschlagene Beizung der Zellwände mit Kalilauge zur besseren Farbaufnahme ist unter allen Umständen zu vermeiden, da die Kalilauge auf die Zellwände zerstörend wirkt. Besser ist die Vorbehandlung mit Phlorogluzin-Salzsäure, die etwas milder wirkt und gute Erfolge hinsichtlich deutlicher Färbung zeitigt.

Die Farbstofflösungen sollen immer wäßriger Natur sein, und zwar konzentriert. Der Zusatz von Natriumsulfat in 6 proz. Lösung, wie zuweilen vorgeschrieben wird, ist nicht erforderlich. Etwaiger Bodensatz in den Farbstofflösungen muß abfiltriert werden, da er die Präparate verschmutzt.

Die Schnitte kommen zweckmäßigerweise in verschließbare Gläschen, doch eignen sich flache Schalen, die man fast luftdicht mit einer Glasplatte bedecken kann, noch besser, weil das Herausnehmen der Schnitte sich bequemer gestaltet. Die Färbung dauert in der Regel drei Tage; ein Überfärben ist nicht zu befürchten, wenn man die Schnitte unter Umständen vier Tage in der Farbstofflösung beläßt. Es kann anderseits die Färbung bei wenig verholztem Material auch schon nach 24 Stunden beendet sein.

Die Schnitte werden in destilliertem Wasser zunächst von anhaftenden Flocken gereinigt, dann in kalkhaltigem Wasser, Leitungswasser, gewaschen. Bevor die Schnitte in die Einschlußflüssigkeit (von Hoyer) kommen, kann man sie mit Nelkenöl aufhellen.

Schlecht gelagerte oder beschädigte Schnitte kann man mit warmem Wasser wieder von dem Deckglas ablösen, verblichene Schnitte werden nach gründlichem Auswaschen nochmals gefärbt. Jedoch ist hier Vorsicht geboten, da diese zweite Färbung oft zu dunkel ausfällt.

II. Methode.

Soweit es sich um Splintholz handelt, sind die Schwarzschen Färbungen in der Tat als einwandfreie Nachweismittel der technischen Beeinflussung (Imprägnierung, biochemischer Abbau, Druck und Zug) anzusprechen. Da nun aber der Splint des Holzes meist zur Zufriedenheit imprägniert ist, und man mehr auf die Eindringung des Konservierungsstoffes in das Kern- und Reifholz Wert legt, anderseits aber die Schwarzschen Färbungen hier nicht mehr einwandfrei arbeiten, so mußte eine neue Methode gefunden werden.

Reifholzbäume sind solche Bäume, bei denen das innere Holz zwar stark ausgetrocknet und hart ist, aber dieselbe Farbe wie das Splintholz hat. Dazu gehören Tanne, Rotbuche, Fichte und Linde.

Kernholzbäume haben einen sich in der Farbe vom Splint deutlich abhebenden Kern. Zu diesen gehören Kiefer, Lärche,

Eiche, Pappel (ausgenommen Zitterpappel), unechte Akazie (Robinie), Edel- und Roßkastanie, Nußbaum.

Die Reif- und Kernholzbildung, die etwa zwischen dem 2. und 20. Jahre, bisweilen noch früher, beginnt, setzt gewöhnlich mit dem Verlust des Wasserleitungsvermögens ein, wobei sich die Tracheen und Tracheiden zunächst mit Luft füllen. Die Wasserbeförderung wird dann durch den Splint vermittelt. Bleibt die Veränderung der inneren Teile des Holzes auf dieser Stufe stehen, so daß in den Zellen sich keine Verkernungsprodukte ablagern, die Zellen vielmehr offen bleiben, dann ist in Zeiten der Not, wie dies bei größeren Störungen des Saftstromes durch Verletzung des Splintes vorkommen kann, das Reifholz jederzeit in der Lage, seine ursprünglichen Funktionen wieder zu übernehmen. Dies ist besonders bei Rotbuchen, Tannen und Fichten beobachtet worden.

Es war gesagt worden, daß die Schwarzschen Färbungen eine Unterscheidung des gelockerten Gefüges von dem unveränderten ermöglichen. Diese Unterscheidung muß aber in dem Augenblick versagen, wo selbst die unter Druck erfolgte Beeinflussung nicht mehr so starke Folgen hat, daß eine Veränderung der gesamten Zellwand eingetreten ist.

Um nun trotzdem den gewünschten Nachweis führen zu können, macht es sich notwendig, nicht die Zellwand in ihrer Gesamtheit einer Prüfung zu unterziehen, sondern einige Organe der Zellwand herauszugreifen, von denen man annehmen muß, daß sie gegen Druck empfindlich sind. Das sind die Tüpfel.

Über ihren Bau ist in einem früheren Kapitel berichtet worden. Es bleibt nur noch zu ergänzen, daß ein Teil des Tüpfelorganes, nämlich die Margo (der Rand), infolge der chemischen Beschaffenheit ein gutes Objekt für Färbungen ist.

Margo wird der den Torus umsäumende überaus zarte Rand der Schließhaut genannt und zeichnet sich bei den Koniferen durch eine deutliche Radialstreifung aus, welche sich bis in den Rand des Torus hinein erstreckt. Die Streifen der Margo sind ein wenig dicker als die dazwischen gelegenen Areolen. Bemerkenswert ist das große Tinktionsvermögen der Schließhäute, die Hämatoxylin, Eosin und andere Farbstoffe begierig speichern.

Petritsch berichtet 1909 in der Zeitschrift für Post und Telegraphie über die von Krütznern 1906 durchgeführten Versuche, die Tüpfelverschlüsse aufzusprengen, um dadurch den Imprägnierungsstoff (Flüssigkeiten aller Art) einen leichteren Eingang in das Innere des Holzes zu verschaffen.

Die Überlegung, daß die Schließhäute unter normalen Verhältnissen dem Durchgang künstlich eingeführter Flüssigkeiten einen wirksamen Widerstand entgegenzusetzen vermögen, der aber bei hohem Drucke durch Zerreißen der Häute aufhören kann, wies einen neuen Weg zur Erkennung des Fortschreitens eingepreßter Flüssigkeiten im Holz.

Da nun Tüpfel auch im Kern- und Reifholz vorhanden sind und ihre Tinktionsfähigkeit bekannt ist, habe ich die Dreifachfärbung von Kowallick herangezogen, um durch sie etwaige Veränderungen an den Tüpfeln zu erkennen (Schneider-Zimmermann, 1926).

Ich stellte drei Lösungen her:

Lösung I: 1 g Fuchsin D. (Rubin S.) in 100 g 75 proz. Alkohol. Filtrieren!

Lösung II: 1 g Anilingrün (Brillantgrün) in 100 g dest. Wasser. Filtrieren!

Lösung III: 1 g Chrysoidin in 100 g 95 proz. Alkohol.

Radialschnitte von Alkoholmaterial erhitzt man in einigen Tropfen der Lösung II auf einem Objektträger vorsichtig bis zur Dampfbildung, läßt den Farbstoff eine Minute einwirken, spült mit Wasser gut ab und überträgt die Schnitte in die Lösung III. Durch die Chrysoidinlösung, die man zur Hälfte mit Wasser verdünnen kann, wird das Anilingrün aus den Wänden der Tracheiden verdrängt, nur der Hof der Tüpfel behält die grüne Färbung. Nach 1—2 Minuten ist die Differenzierung erfolgt (Kontrolle). Darauf überträgt man den Schnitt nach kurzem Umschwenken in 95 proz. Alkohol in Lösung I, wo er höchstens 1 Minute verbleiben darf, spüle 2—5 Sekunden in 95 proz. Alkohol ab, lege in absoluten Alkohol. Nach etwa 1 Minute hat sich die Differenzierung — dünne Schnitte vorausgesetzt — vollzogen. Man bringt den Schnitt nun in Xylol und 5 Minuten später in Kanadabalsam.

Das Ergebnis mit *Araucaria* und *Cedrus*, die beide nach der Methode von Kowallick gefärbt wurden, ist folgendes: Tracheiden: Gelb. Hof: Grün. Torus: Rot. Fuchsin S und Anilingrün geben auch allein eine gute Doppelfärbung.

Dieses Verfahren ist für jede Holzart besonders einzustellen. Insbesondere ist die Färbungsdauer zu korrigieren. Man muß unter Umständen das Färben mit Chrysoidin zweimal ausführen, d. h. vor dem Färben mit Anilingrün und nach dem Färben damit.

Eine Vorbehandlung der Schnitte mit absolutem Alkohol zur Entfernung von Wasser ist sehr von Nutzen. Wenn auch das Brillantgrün in wäßriger Lösung verwendet wird, so muß man doch darauf achten, daß der Wassergehalt der Schnitte von vornherein in allen Teilen des Präparates gleichmäßig ist. Eine Nachbehandlung der Schnitte mit Nelkenöl nach der Färbung hellt die Präparate auf und läßt vor allem bei zerstörtem Torus die Rotfärbung dieses Teiles recht deutlich erscheinen.

III. Methode.

Lagern sich teils in den Wandungen, teils in den Hohlräumen der Gefäße verschiedene Produkte, wie Farbstoffe, Harze, Holzgummi, Gerbstoffe usw. ab, oder bilden sich Füllzellen (Thyllen), so werden die Gefäße verschlossen, und jedes Wasserleitungsvermögen geht verloren. Dieses Verhalten ist als Kennzeichen von echtem Kernholz zu betrachten.

Die Lumina der Wasserleitungsröhren werden oft auf kleinere und größere Strecken hin von blasigen Aussackungen der angrenzenden Parenchymzellen mehr oder minder dicht erfüllt. Dies sind die sogenannten Thyllen, deren Entwicklungsgeschichte zuerst von Hermine von Reichenbach verfolgt und klargelegt wurde. Gewöhnlich sind es die Schließhäute einseitiger Hoftüpfel, in Ring- und Spiralgefäßen umschriebene Membranstücke zwischen zwei Ringleisten, die sich durch Flächenwachstum in das Innere des Gefäßes einstülpen. Eine einzige Parenchymzelle kann eine oder auch mehrere Thyllen bilden. Ihr Inhalt besteht, solange sie leben, aus Zellsaft und Protoplasma, worin oft der eingewanderte Kern der Parenchymzelle enthalten ist. Die Wände der Thyllen bleiben meist dünn und sind, wenn benachbarte Thyllen miteinander verwachsen, in der Regel mit korrespondierenden Tüpfeln versehen. Schon von Reichenbach hat angegeben, daß die Thylle sich nur selten durch eine Scheidewand von der benachbarten Zelle abgliedert. Molisch hat eine solche Trennung nur bei *Robinia* feststellen können. Die Thyllen stellen geschlossene Hohlräume dar. Die erwähnten Verbindungen untereinander treten nicht immer auf. Thyllen, die als wirkliche Füllzellen anzusprechen sind, haben keine Verbindung miteinander. Ihre Bestimmung, Wundverschlüsse zu sein, verbietet das. Auch dann, wenn die Thyllen zum Zwecke der Stabilisierung Gefäße für die Wasser-

leitung unbrauchbar machen sollen, sind die Thyllen als geschlossene Räume anzusprechen.

Dienen die Thyllen nicht als Stärkespeicher und nicht als Verstopfungseinrichtungen und nicht zur Erhöhung der Festigkeit, so werden sie mit Bestimmtheit in den Gang der Stoffleitung eingreifen. Sie dienen als Schöpfleinrichtungen. Dafür spricht auch die Tatsache, daß unfähig gewordene Thyllen mit der Zeit durch solche ersetzt werden, die in der Lage sind, für die Stoffleitung zu sorgen.

Ein Versuch mit Faulbaumholz, welches bekanntlich reich an Thyllen ist, zeigte, daß die den Thyllenwänden anhaftenden Glykoside (bei Faulbaum Frangulin) sich mit Kalilauge dunkel färben und daß diese so vorbehandelten Thyllenwände mit Fuchsin D ein tiefschwarzes Aussehen bekommen. Färbt man dann das ganze Präparat nach Kowallick noch mit Chrysoidin und Anilingrün, so erhält man ein hervorragendes Bild der Thyllen an sich, ihrer Umgebung und der Verbindungsstücke zwischen Thyllen und Tracheiden.

Die Glykoside, die in ihren Eigenschaften dem Frangulin ähnlich sind, befinden sich in den Thyllen aller Hölzer.

Daher legte ich als Färbungsmethode für die Thyllen folgenden Arbeitsgang fest:

Handschnitte aus den Teilen des Holzes, in denen man Thyllen vermuten kann, nämlich dem Kern- und Reifholz, werden in Wasser eingelagert, sodann mit einer verdünnten Lösung von Kalilauge etwa 1 Minute behandelt. Nach nochmaligem Auswaschen mit dest. Wasser werden die Schnitte auf dem Objektträger mit Anilingrün erwärmt, in H_2O gewaschen und mit Chrysoidin nachgefärbt.

Das Ergebnis ist eine deutlich schwarze Färbung der Thyllen inmitten eines farbigen Bildes der übrigen Zellenelemente.

Aus der großen Zahl der Einwirkungsmöglichkeiten technischer Art auf das Holz habe ich folgende Kapitel ausgewählt:

- I. Indirekte Einwirkungen durch Imprägnierung von flüssigen Stoffen.
- II. Einwirkungen auf das Holz.
 - a) Durch biochemischen Abbau der Mittellamelle und ihren Ersatz durch Kalk (Vorstadium der Versteinerung).
 - b) Durch Einlagerung von Metallen oder Metallverbindungen auf chemischem Wege.
- III. Direkte Einwirkung von Druck und Zug.

I. Imprägnierung.

Für die Feststellung der Einwirkung von Imprägnierungsvorgängen auf das Holz standen mir folgende Holzsorten zur Verfügung: Kiefer, Weide, Buche, Eibe und Robinie, und zwar alle Hölzer in unbehandeltem Zustande. Kiefer, Buche und Eiche waren außerdem als Eisenbahnschwellen, nach Reichsbahnvorschrift mit Teeröl imprägniert, vorhanden, während ich Weide, Eibe und Robinie mit Hilfe der Laboratoriumseinrichtungen unter den der Praxis ähnlichen Bedingungen selbst imprägnieren mußte.

Diese im Laboratorium vorgenommene Imprägnierung erfolgte derart, daß ich die Hölzer in Stücken von 20 cm Länge und 5×5 cm Stärke in einem Autoklaven unter Druck behandelte. Ich wählte an Stelle von dem im Großen verwendeten Teeröl reines Paraffinöl, um die verschmutzenden Nebenwirkungen des Kohlenstoffes im Teeröl nicht zu erleiden. Im allgemeinen erfolgte die Imprägnierung so, daß das betreffende Holz von allen Seiten mit dem Öl umgeben war und daher von allen Seiten unter Druck stand. Nur in einzelnen Fällen ließ ich den oberen Teil des Holzes in der Längsrichtung frei, um ein Hindurchpressen des Öles in dieser Richtung zu ermöglichen.

Die Färbungen der aus den Hölzern genommenen Schnitte geschahen nach den im vorigen Kapitel angeführten Färbungsmethoden. Da mir nun von allen Hölzern Material im rohen wie im behandelten Zustande zur Verfügung stand, konnten die Färbungen an Hölzern beider Zustände vorgenommen und die Ergebnisse verglichen werden.

1. Kiefernholz.

Es wurden Querschnitte hergestellt aus dem Holz einer mit Teeröl imprägnierten Eisenbahnschwelle und aus rohem Holz von gleichem Alter. Beide Schnitte befanden sich zunächst 3 Stunden in reinem Wasser bei 15° C. Sie wurden darauf in eine konzentrierte Lösung des Farbstoffes Oxaminblau 4 R eingelagert und dort 24 Stunden belassen. Die Temperatur der Farbstofflösung betrug ebenfalls 15° C. Hierauf wurden die Schnitte in destilliertem Wasser kurz abgespült, um die Farbstoffklümpchen zu beseitigen. Ein Bad von 10 Minuten in Leitungswasser hatte den Zweck, den Farbstoff durch den geringen Kalkgehalt noch

ein wenig zu fixieren. Die nur oberflächlich getrockneten Schnitte wurden mit Hoyerscher Einschußflüssigkeit auf dem Objektträger befestigt.

Der Schnitt aus dem unbehandelten Holze hatte eine gleichmäßige rote Färbung angenommen, die bei allen Zellenelementen von gleicher Stärke war. Wie Abb. 1 zeigt, trat nur an dem Harzgang und den benachbarten Zellen eine Blaufärbung auf. Interessant sind auch die Farbendifferenzen an den durch das Messer verursachten „Stufen“. Die Stufen sind dünner als die übrigen Teile des Präparates. Auch die Randzellen des Schnittes sind durch das Messer gewaltsam gelockert worden, was aus der blauen Färbung zu ersehen ist.

Der aus dem imprägnierten Holz hergestellte Schnitt ist überwiegend blau. Doch war das Bild durch das im Holz vorhandene Teeröl so unklar und unsauber, daß ich mich entschloß, die Imprägnierung mit einem farblosen Öl auszuführen. Ich brachte daher ein gleiches Stück Kiefernholz mit Paraffinöl in den Autoklaven und erhitze es dort unter Druck. Nach erfolgter Reinigung in Benzin und Färbung in oben angegebener Weise mit Oxaminblau 4 R erhielt ich dasselbe Bild wie bei dem Schnitt aus imprägniertem Holze, aber vollkommen rein und in sauberer blauer Farbe (Abb. 2). Fast alle Teile sind blau gefärbt. Nur einige, vielleicht durch innere Umstände nicht genügend tinktionsfähige Zellwände haben einen violetten oder roten Farbton.

Ich hatte den Eindruck, daß die erzielten Farben recht blaß waren, und daß sie vor allem bei unreinen Schnitten nicht geeignet wären, etwaige im Holz befindliche Farbstoffe zu übertönen.

Daher wiederholte ich die Färbungen mit Oxaminblau 4 R an neuen Schnitten aus dem gleichen Material wie vorher, aber mit dem Unterschiede, daß ich diese Schnitte mit Phlorogluzin-Salzsäure vorbehandelte. Außerdem wurden diese Schnitte nach der Färbung mit Nelkenöl aufgehellt und in Kanadabalsam eingeschlossen.

Diese Nachbehandlung oder „Reizung“ der Schnitte mit Essigsäure und mit Anilinsulfat ergaben die gleichen Verbesserungen. Doch besteht bei dieser Behandlungsweise die Möglichkeit, daß die Zellwände chemisch angegriffen werden, was zu Fehlern führen könnte.

Da beim Arbeiten mit Oxaminblau 4 R sehr bald Ermüdungserscheinungen des Auges auftreten, ist es nicht leicht, die für manches Auge schwer zu unterscheidenden Farben Blau und Rot

im Zusammenhang mit einer Unzahl von Farbenübergängen eindeutig zu trennen. Es wurden daher alle Färbungen noch einmal ausgeführt, wobei als Farbstoff Diamingrün HS verwendet wurde.

Die Ergebnisse dieser Färbungen unterschieden sich von den Färbungen mit Oxaminblau 4 R dadurch, daß die gelockerten Teile einen grünen Ton angenommen hatten, während die nicht gelockerten Teile gelb verblieben. Die dabei auftretenden Mängel infolge ungleichen Wassergehaltes wurden behoben durch eine vorhergehende Waschung mit absolutem Alkohol. Zu schwache Färbungen, die auf große Festigkeit des Übergangsholzes zwischen Splintholz und Kernholz zurückzuführen sind, wurden dadurch verbessert, daß ich die Schnitte mit Phlorogluzin-Salzsäure vorbehandelte.

Auch die Vorbehandlung mit Essigsäure in stark verdünnter Lösung war erfolgreich. In gleicher Weise gelang die Färbung eines lufttrocknen Schnittes, der also in allen Teilen einen gleichen Mangel an Wasser besaß, dessen Wassergehalt mit andern Worten in allen Teilen als gleichmäßig anzusehen war.

Die Färbungen mit Diamingrün HS leiden durchweg an einer großen Undeutlichkeit durch den naheliegenden Übergang von Gelb zu Grün. Sie sind nur brauchbar als Parallelversuche zu den Färbungen mit Oxaminblau 4 R und wurden daher zeichnerisch nicht festgelegt.

Das Ergebnis aus den Färbungen mit Oxaminblau 4 R und Diamingrün HS ist grundlegend für die weiteren Arbeiten mit diesen beiden Farbstoffen. Es wurde festgestellt, daß unbehandeltes Holz mit Oxaminblau 4 R sich rot und mit Diamingrün HS sich gelb färbte, und daß unter Druck mit einer Flüssigkeit imprägniertes Holz mit Oxaminblau 4 R sich blau und mit Diamingrün HS sich grün färbte.

Da die Farbenunterschiede ihren Grund in den verschiedenen Wandzuständen der Zellen haben, so kann man daraus schließen, daß bei Kiefernholz die Rotfärbung eine Unversehrtheit der Zellwand beweist, während die Blaufärbung auf eine Lockerung des Gefüges schließen läßt.

Versuche ergaben, daß Kern- und Reifholz von Kiefer sich zur Unterscheidung von behandeltem und unbehandeltem Holze mit Oxaminblau 4 R und Diamingrün HS nicht färben lassen. Ich habe daher die Methode von Kowallick zur Dreifachfärbung der Tüpfel für diese Holzteile herangezogen und damit das Kernholz

von *Pinus silvestris* gefärbt, nachdem ich durch Imprägnierung die zum Vergleich geeigneten Objekte geschaffen hatte.

Ein Radiallängsschnitt aus unbehandeltem Kernholze von *Pinus silvestris* wurde nach gründlicher Spülung mit absolutem Alkohol nach Kowallick gefärbt. Wie Abb. 3 zeigt, erscheinen die Tori recht deutlich durch ihre rote Färbung von den übrigen Organen abgehoben. Der Hof blieb grün, während die Tracheidenwände sich gelb färbten. Das Bild ist klar bis auf die nicht gewünschte Rotfärbung der Markstrahlen, die wohl auf eine Ähnlichkeit der chemischen Zusammensetzung von Tori und Markstrahlzellen schließen läßt.

Zum Vergleich diente ein Radiallängsschnitt aus imprägniertem Holze von *Pinus silvestris*. Die Färbung erfolgte unter den gleichen Verhältnissen wie bei unbehandeltem Holze. Das Ergebnis war unbefriedigend. Die vorher als Punkte erscheinenden Tori waren bei diesem Präparat als Flächen zu erkennen. Bei der Kleinheit des Bildes war es schwierig, einen Größenunterschied zwischen Punkt und Fläche deutlich wahrzunehmen. Hierzu eignen sich Querschnitte besser, obgleich sie für die Erkennung der Lage der Tori an unbehandeltem Holze nicht recht brauchbar waren; denn die Tori treten bei einem Querschnittsbild in zu geringer Zahl auf.

Ich wählte einen Querschnitt von unter Druck mit Paraffinöl imprägniertem Kernholze von *Pinus silvestris*. Die Färbung geschah genau wie bei den vorhergehenden beiden Präparaten nach Kowallick. Das Ergebnis habe ich in Abb. 4 festgelegt: Die Tori sind zerrissen. Ihr Baustoff liegt faserförmig nach allen Seiten auseinandergezogen. Kleine rotgefärbte Splitter findet man im Lumen wieder.

Die Druckwirkung auf das Reif- und Kernholz von *Pinus silvestris* ist somit durch diese Methode festgestellt. Diese Erkenntnis ist eine wertvolle Ergänzung der früher zitierten Feststellung Oharas, der, allerdings auf chemischem Wege, eingepreßte wäßrige Lösungen chemischer Stoffe im Kernholz nachweisen konnte.

Gleichzeitig wird damit die Ansicht von Strasburger, 1893, widerlegt, daß Reif- und Kernholz einer Einpressung von Flüssigkeiten unbedingten und erfolgreichen Widerstand entgegensetzen könne.

2. Weide.

Das gesamte System der Leitungsbahnen und ihrer Verbindungen untereinander ergab bei den Koniferen ein Leitungsnetz, das nur unter Überwindung erheblicher Widerstände für eingepreßte Fremdstoffe flüssigen Aggregatzustandes passierbar war. Die Überwindung der Widerstände hatte eine Lockerung des Gefüges der Zellwände zur Folge, wie wir feststellen konnten.

Es gibt nun aber auch Hölzer mit recht langen Gefäßen und Tracheiden. Als Beispiele führe ich die Weide und die Buche an. Da die Weide außerdem ein besonders elastisches Holz hat, so wurde diese für einen Einpressungsversuch ausgewählt.

Holz von *Salix fragilis* wurde unter den gleichen Verhältnissen wie bisher mit Paraffinöl imprägniert. Um unter allen Umständen erkennen zu können, ob und wie die Durchdringung erfolgt, wurden die ca. 20 cm langen Holzstücke nur mit dem unteren Ende in das Öl eingetaucht, während der obere Teil frei blieb. Das unter Druck von unten eindringende Öl durchfloß das Holz in seiner ganzen Länge anscheinend in recht kurzer Zeit. Eine Nachprüfung dieser Zeit war nicht möglich, da der Autoklav keinen Einblick in das Innere gestattete.

Die Längsschnitte aus unbehandeltem und behandeltem Holz wurden nach der Methode von Schwarz mit Oxaminblau 4 R gefärbt.

Ein Längsschnitt aus unbehandeltem Holz der Weide zeigt nach der Färbung mit Oxaminblau 4 R die Fasern als rote kräftige Streifen, die darunterliegenden Zellwände erscheinen undeutlich, die wenigen Querwände der Gefäße sind als schwach gefärbte Streifen zu erkennen. Ihre Tinktionsfähigkeit ist also gering, wenigstens in diesem Zustande (Abb. 5).

Ein Längsschnitt aus imprägniertem Holze, ebenfalls mit Oxaminblau 4 R gefärbt, ist durch Abb. 6 dargestellt. Er zeigt im allgemeinen keinen Unterschied in der Färbung gegenüber dem Schnitt aus unbehandeltem Holze. Die außerordentliche Länge der Gefäße und das Fehlen von Thyllen hat einen fast ungehinderten Durchgang der eingepreßten Flüssigkeit ermöglicht. Die Zellwände sind auch bei diesem Präparat rot gefärbt. Die wenigen Querwände der Gefäße allerdings erscheinen blau. Nach meinen früheren Feststellungen haben sie also eine Lockerung erfahren, die auf die mechanische Beanspruchung beim Durchgang des eingepreßten Öles zurückzuführen ist.

3. Buche.

Auch das Buchenholz hat lange Gefäße. Ein Versuch, den Wirkungsgrad einer Lockerung durch Einpressung von Öl in das Holz durch Färbung festzustellen, scheiterte daran, daß im Buchenholz die bei der Weide vereinzelt gefundenen Querwände nicht auffindbar waren. Insbesondere wurden Längsschnitte einer unter Druck imprägnierten Eisenbahnschwelle untersucht.

4. Eibe.

Eibenholz wurde in rohem und imprägniertem Zustande mit Oxaminblau 4 R gefärbt. Das Ergebnis war mangelhaft, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß das Eibenholz eine ähnliche Härte besitzt, wie das Kernholz der Kiefer. Daher wählte ich für dieses Holz die Dreifachfärbung von Kowallick mit Anilingrün, Chrysoidin und Fuchsin, bei der die Tracheidenwände gelb, die Schließhaut der Tüpfel grün und der Torus rot erscheinen. Die Präparate zeigten, wie aus Abb. 7 ersichtlich, daß die vorhandenen Tüpfel unter dem Druck der Imprägnierung gelitten haben. Der Torus ist zerrissen, so daß die Torussubstanz auf der Margo wiederzufinden ist, wo sie sich durch ihre rote Färbung verrät.

5. Robinie.

Das Holz der *Robinia pseudacacia* habe ich mir als Versuchsobjekt gewählt, weil ich an diesem einen Weg zur Erkennung der Eindringungstiefe flüssiger Stoffe in das Kernholz zu finden hoffte.

Hölzer, die keine Tüpfel auf den Tracheidenwänden tragen, besitzen meist im Kernholz Thyllen. Es ist nicht immer möglich, die Thyllen zu finden. Daher wählte ich das Holz der *Robinia pseudacacia*, die als thyllenreich bekannt ist. Ich imprägnierte das Holz der *Robinia pseudacacia* auf zwei Arten. In dem einen Falle ließ ich nur den unteren Teil in das Öl eintauchen, in dem andern bedeckte ich das Holz vollständig mit Öl. Das dritte Stück Holz blieb wiederum unbehandelt.

Ich nahm Tangentiallängsschnitte von den zu prüfenden Hölzern und färbte sie nach einem kurzen Bade in verdünnter Kalilauge mit Fuchsin D. Diese Färbung ließ die Thyllenwände in feinen schwarzen Linien erscheinen. Um sie von der Umgebung besser abzuheben, färbte ich nachträglich noch mit Anilingrün und Chrysoidin, genau wie bei der Dreifachfärbung von Kowallick.

Auf diese Weise erhielt ich ein recht sauberes, deutliches Bild. Parallelfärbungen von Schnitten, die ich eingangs als Schrägschnitte bezeichnete, waren recht instruktiv ausgefallen. Sie ergaben das merkwürdige Resultat, daß die Thyllenwände nur in der Schnittfläche eine schwarze Färbung erhielten, während sie in der Flächenansicht grün erschienen. Dieses Ergebnis wurde nicht besonders bildlich festgelegt, da die gleiche Erscheinung auch an den gewöhnlichen Längsschnitten auftrat. Ich schließe daraus, daß die Thyllenfärbung nicht auf die in den Thyllen als vorhanden angenommenen Glykoside zurückzuführen ist, sondern seinen tieferen Grund in der chemischen Zusammensetzung der Thyllenwand hat.

Das Ergebnis meiner Färbungen legte ich in den Abb. 8 und 9 zeichnerisch fest. Die unbehandelten Längsschnitte lassen ältere und jüngere Thyllen erkennen. Die jungen Thyllen haben stärkere Wände, die sich als starke schwarze Linien zu erkennen geben. Die älteren Thyllen haben in sich selbst nochmals Füllzellen gebildet, die nicht nur in der Breite, sondern auch in der Höhe bedeutend geringer sind als die ursprünglichen Thyllen.

Ein Radiallängsschnitt von *Robinia pseudacacia*, der aus einem Stammstück geschnitten ist, ist auf Abb. 10 dargestellt. Das Holz wurde mit Paraffinöl in der Weise imprägniert, daß nur das eine Ende in das Öl eintauchte und sich daher der Druck von einer Seite zur andern fortpflanzen mußte. Die gewaltsame Inanspruchnahme der durch die Thyllenbildung stillgelegten Leitungsbahnen verursachte eine Sprengung der Thyllenwände.

Ein anderer Radiallängsschnitt von *Robinia pseudacacia* wurde unter Druck mit Paraffinöl imprägniert, wobei das Holzstück vollständig untergetaucht war, so daß der Druck von allen Seiten einwirken konnte (Abb. 11). Die Thyllenwände sind regellos zerrissen. Dort, wo die Thyllenwände unversehrt geblieben sind, behielt das Gefäß seine ursprüngliche Breite. Wo die Thyllen vollkommen zerrissen sind, konnte der Druck das Gefäß über Gebühr ausdehnen. Dieses Ergebnis ist gleichzeitig ein Beweis dafür, daß die Thyllen zum Teil der Stabilisierung dienen.

IIa. Abbau der Mittellamelle.

Zu den Einwirkungen technischer Art auf die Struktur des Holzes gehört auch der künstlich herbeigeführte Abbau der Mittellamelle als Vorarbeit für die Versteinerung. In sehr vielen Fällen

erleiden tote Pflanzenorgane eine Umwandlung, indem der ursprüngliche organische Stoff mehr oder minder weit durch eine kieselige oder andere mineralische Masse ersetzt wird, die in die Pflanzenmembran eingedrungen ist. Wir erhalten so Versteinerungen im engeren Sinne, die die organischen Strukturen meist genau wiedergeben. Man hat sich vorzustellen, daß die Pflanzenmaterialien vom Wasser durchtränkt waren, welches mineralische Bestandteile in Lösung enthält. Da nun verwesende Pflanzensubstanzen die Neigung haben, mineralische Bestandteile niederzuschlagen, so werden die Zellmembranen durch diese allmählich mehr oder minder weitgehend ersetzt.

Die versteinernenden Mittel sind meist Kieselsäure, H_4SiO_4 , Kalk, CaCO_3 , Dolomit, $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$, Schwefelkies, FeS_2 oder Eisenkarbonat, FeCO_3 .

Es brauchen nicht immer Wassersedimente zu sein, welche die Pflanzenreste einhüllen, sondern es kann die Einbettung auch auf trockenem Wege erfolgen. Aber auch wenn die vom Wasser mitgeführten Materialien die Umhüllung besorgen, so handelt es sich keineswegs immer um angeschwemmte, also suspendiert gewesene Stoffe, sondern es sind oft chemische Niederschläge, meist von Kalziumkarbonat, welche das Einbettungsmittel liefern.

Man erhält in diesen Fällen eine Umkrustung oder Überkrustung, die sich wie folgt vollzieht. In dem CO_2 -haltigen Wasser schlägt sich Kalziumkarbonat nieder und bettet die Pflanzenstoffe ein. Mineralische Substanzen schlagen sich allgemein an festeren Substanzen nieder, an Teilen, die heterogene Teile in homogenen Massen sind. Ein Fossil kann gleichzeitig mehrere Erhaltungsarten aufweisen, zum Teil Inkohlung, zum Teil Inkrustation (Göppert, 1841).

Bei der natürlichen Versteinerung erfolgt niemals ein vollständiger Ersatz der organischen Substanz durch Mineralien, vielmehr haben nur die verwesenden oder verwesenen Teile der Membranen die Neigung, mineralische Bestandteile aus den wäßrigen Lösungen niederzuschlagen und somit mehr oder weniger vollkommen die Zellmembranen durch Minerale zu ersetzen (Potonié, 1913).

Es leuchtet ein, daß man diesen in der Natur in großen Zeiträumen durchgeführten Prozeß auch künstlich im Laboratorium ausführen kann. Während in der Natur als Versteinerungsmittel Kieselsäure, Kalk, Dolomit, Schwefelkies oder Eisenkarbonat auftreten, können wir bei der künstlichen Versteinerung uns nur mit

Kalk befasen, zumal uns bekannt ist, daß Kalkverbindungen die Mittellamelle auflösen.

Die Vorbereitung für die Versteinerung liegt zunächst in der Herstellung der für die Aufnahme von Kalk erforderlichen Zustände des zu versteinernenden Holzes, in der Auflösung der Mittellamelle durch biochemische Vorgänge. Da diese Auflösung bei ganzen Stämmen eine lange Zeit beanspruchen würde, wird man zweckmäßigerweise das Holz in möglichst kleine Späne zerlegen, um die Mittellamelle an möglichst vielen Punkten gleichzeitig dem Abbau preiszugeben.

Der Abbau selbst beginnt schon am dritten Tage, nachdem man die so vorbereiteten Hölzer in Wasser gelegt hat. Da man annehmen kann, daß die Desorganisation der Zellen eine Lockerung des Gefüges der Zellwand zur Folge hat, kann man weiterhin den Schluß ziehen, daß bei der Auflösung der Zellenstruktur durch den Abbau der Mittellamelle eine bedeutende Unterschiedlichkeit der Tinktionsfähigkeit eintritt.

In Anlehnung an die früher mit den Schwarzschen Färbungen gemachten Erfahrungen wurden Versuchsreihen eingerichtet, bei denen nicht allein verschiedene Hölzer auf ihre Eignung zum biochemischen Abbau geprüft wurden, sondern auch noch der Fortschritt des Abbaues in Zeitabschnitten von drei zu drei Tagen nachgewiesen werden konnte.

Als leicht abbaubare Hölzer wurden Weide und Robinie gefunden. Die Gründe hierfür wurden noch nicht festgestellt. Eiche und Buche leisteten einen für die Dauer des Versuches absoluten Widerstand. Die Gruppe der Koniferen war leicht zu übersehen. Hier trat ein verhältnismäßig leichter und gleichartiger Abbau ein. Bereits nach sechstägigem Einlagern in Wasser bei Zimmertemperatur war der Verfall nachweisbar, gleichgültig, welche Koniferenart vorlag und welches Alter das Holz besaß.

Um die Lage der aufgelösten oder in Abbau befindlichen Teile des Holzes festzustellen, wurden die Holzsplitter, die neun Tage im Wasser von Zimmertemperatur eingelagert waren und sich in dieser Zeit teilweise gelockert hatten, mit Oxaminblau 4R nach Schwarz gefärbt. Aus der Menge der Splitter wurden Längsschnitte und Querschnitte ausgewählt.

Die Präparate zeigen eine Differenzierung der Färbung (Abb. 12). Man erkennt an dem Querschnitt, daß an den Stellen, wo die Mittellamelle zu vermuten ist, die Färbung intensiver aus-

gefallen ist als an den übrigen Stellen. Wenn auch die Färbung dort nicht ausgesprochen blau ist, so ist aber doch die Tinktionsfähigkeit erheblich verstärkt.

Der Radiallängsschnitt ist nicht geeignet, die Unterschiede zwischen Mittellamelle und übriger Zellwand zu erkennen. Er gibt uns aber einen anderen interessanten Aufschluß über die unterschiedliche Widerstandsfähigkeit des Frühholzes und Spätholzes gegen Abbau ihrer Mittellamellen. Das Frühholz ist stark gelockert; denn es erscheint fast blau gefärbt. Das Spätholz ist im Vergleich dazu als nicht verändert anzusprechen. Das mag zum Teil darauf beruhen, daß das Spätholz an Ligninen reicher ist, die bekanntlich einem Abbau auf biochemischem Gebiet größeren Widerstand entgegensetzen, als die an Zellulose reichen Teile des Frühholzes.

Die Lockerung erfolgt durch einen Abbau der Mittellamelle, die Pektin enthält, und zwar zum Teil als pektinsauren Kalk. Wir wissen, daß Pektine, besonders in Verbindung mit Kalk, sich in Wasser lösen, sofern dieses kalkhaltig ist. Man muß also mit Bestimmtheit annehmen, daß der Abbau der Mittellamelle in der genannten Zeit zumindest begonnen ist.

Die Tüpfel haben am stärksten gelitten. An Stelle der Margo und des Torus finden wir leere Plätze. Wahrscheinlich ist der harzreiche Teil des Torus wie des Margo durch den Kalkgehalt des Wassers verseift und hat sich somit aus dem Gefüge herausgelöst. Möglich ist auch, daß die ganze Schließhaut, die doch aus der Primärlamelle hervorgegangen ist, sich ebenso im kalkhaltigen Wasser gelöst hat wie die Mittellamelle.

Um nicht unversucht zu lassen, auch auf einem andern Wege den Grad des Abbaues zu erkennen, ließ ich die als durch biochemischen Abbau erkannten Schnitte in stark kalkhaltigem Wasser liegen, bis sich Kalk auf den Holzsplittern sichtbar abgelagert hatte. Alsdann brachte ich einen solchen Schnitt zur Veraschung, um das „Aschenbild“ nach Molisch zu erhalten.

Das Aschenbild gelang nicht. Für den Mißerfolg ist wahrscheinlich die Tatsache maßgebend, daß das Volumen der Kalziumkarbonatablagerung sich beim Glühen infolge Entwicklung von CO_2 verändert hatte.

Ich erhielt also ein verzerrtes und recht unbeständiges Präparat, das schon auf dem Wege vom Glühofen zum Mikroskop zerfiel.

IIb. Einlagerung von Metallen und Metallverbindungen.

Die von mir ausgeführten Versuche beziehen sich auf die Ablagerung von mineralischen Stoffen, die in Wasser gelöst waren und auf diese Weise in das Holz eingeführt wurden. Auch andere Stoffe können in die Tracheiden und Gefäße des Holzes eingeführt werden, um dort eine Veränderung des Gefüges hervorzurufen.

Der Vollständigkeit halber erwähne ich das Verfahren von Payne (1842), der das Holz innerlich metallisieren wollte. Er führte das in der Weise aus, daß er nacheinander zwei wäßrige Lösungen von Metallsalzen einführte, von denen erst die eine, dann die andere in das Holz eingepreßt wurde. Die beiden Lösungen sollten im Holze durch Reaktion ein Metall niederschlagen.

Eine solche Verbindung war die von Silbernitrat mit Kochsalz. Das vorgeschlagene Verfahren konnte aber nicht zur Zufriedenheit ausgeführt werden, da der zu Beginn eintretende Niederschlag so fest und umfangreich wurde, daß die zweite Lösung nicht bis zur gewünschten Tiefe eindringen konnte. Eine durchgehende Ablagerung der Metallverbindung wurde also nicht erreicht.

Die chemische Umsetzung der Lösungen verursachte eine Volumenerweiterung, die sich auf die Holzgefäße übertrug. Die Gefäße des nach Payne behandelten Holzes wurden also in ihrem Gefüge stark gelockert.

In diesem Zusammenhang ist ein metallisiertes Holz zu erwähnen, das sich in der Sammlung des Botanischen Instituts der Technischen Hochschule Dresden befindet.

Es handelt sich um ein verhältnismäßig dünnes Stück Kiefernholz, das vom Klempner zum Umrühren von geschmolzenem Lötzinn, einer Legierung von Zinn und Blei, verwendet worden war. Die im Botanischen Institut von Schwede vorgenommenen mikroskopischen Untersuchungen des metallglänzenden Holzes hatte ergeben, daß die Lumina der Frühtracheiden mit wenigen Ausnahmen von dem Metall ausgefüllt sind, wie sowohl Quer- als auch Längsschnitte zeigten. Die Tracheidenwände sind bei dem niederen Schmelzpunkte der Metallegierung nicht angegriffen worden. Das flüssige Metall kann wohl nicht anders als durch die zerstörten Schließhäute der Hoftüpfel in das Innere der Tracheiden eingedrungen sein.

III. Direkte Einwirkung von Druck und Zug.

Es gibt noch weitere Möglichkeiten, das Gefüge des Holzes zu lockern, und zwar auf dem Wege der direkten mechanischen Beanspruchung.

Da wäre zunächst der Stoß auf das Holz zu nennen, der parallel geht mit der Abscherung durch Seitwärtsverschiebung der einzelnen Teile. In seiner Wirkung ist der Stoß dem Druck gleichzusetzen. Eine Kombination von Stoß, Druck und Abscherung finden wir bei der Beanspruchung einer Radspeiche.

So unwissenschaftlich die Untersuchung einer Radspeiche erscheinen mag, die sich in ihrem Inneren durch jahrelange Benutzung vermutlich verändert hatte, so wertvoll ist die Behandlung dieses Themas unter dem Gesichtspunkt, daß die Wissenschaft ja die Untersuchung von Strukturveränderungen der Metalle einen großen Raum einnehmen läßt. Eisen, Stahl und jedes andere Metall erleidet bei dauernder Beanspruchung in seinem Innern eine Veränderung. Die auf diesem Gebiete erworbenen Kenntnisse gestatten heute Berechnungen über die Lebensdauer dieser Metalle. Ebenso nahe liegt die gleichartige Untersuchung von Holz, das infolge seines zelligen Aufbaues einer Veränderung der Struktur und des Gefüges unterworfen ist.

Das vermutete Ergebnis wurde gefunden: Das Holz der benutzten Radspeiche war in seinem Gefüge gelockert, wie die Färbung nach Schwarz ergab.

Die bisher beschriebenen Möglichkeiten, technische Einflüsse auf Holz geltend zu machen, wählten einen indirekten Weg, indem sich der Druck einer Flüssigkeit bediente, um sich durch sie auf die Struktur und das Gefüge zu übertragen, oder indem die Lockerung des Gefüges durch einen biochemischen Abbau erfolgte oder durch den Druck, der sich aus der Volumenerweiterung chemischer Reaktionen herleitet.

Um das Ergebnis der Untersuchung einer Radspeiche durch ein Vergleichsobjekt zu belegen, das einer direkten Einwirkung von Druck ausgesetzt war, wurde ein Kiefernholzwürfel von 3 cm Seitenkante nach kurzer Einlegung in Wasser allseitig gedrückt, so daß sich seine äußere Form sichtbar veränderte. Aus seiner Mitte wurden Querschnitte genommen, die ich nach Schwarz mit Oxaminblau 4 R färbte.

Der Schnitt wurde in der sorgfältigsten Weise aus der Farbstofflösung herausgenommen und so auf den Objektträger befestigt, daß durch die Berührung keine Verschiebung der Zellen gegeneinander eintreten konnte.

Das Ergebnis der Färbung gibt reichlichen Aufschluß über die Vorgänge in dem gedrückten Holzwürfel, wie im allgemeinen über die Druckwirkungen, die mechanisch von außen auf einen Holzkörper einwirken (Abb. 13).

Das Spätholz ist größtenteils wenig verändert. Die Zellen zeigen an sich und in ihrer Stellung zueinander eine regelmäßige Form. Nach dem Ausfall der Färbung, die in den Teilen des Spätholzes rein rot ist, kann man auf keine Veränderung des Gefüges schließen. An der Grenze zwischen Spätholz und Frühholz dagegen ist das letztere stark aus der regelmäßigen Lage gebracht. Die Zellen sind schief und verzerrt, und auch die Lage der Zellen zueinander ist unregelmäßig. Am meisten haben die Markstrahlzellen gelitten, die teilweise vollkommen von den übrigen Zellen losgerissen sind. Trotzdem ist die Struktur des Frühholzes noch erhalten. Aber die Färbung deutet auf eine Lockerung des Gefüges hin.

Ich ziehe aus dem gefundenen Resultat den Schluß, daß bei allseitigem Druck auf den Holzkörper die innere Verschiebung derart vor sich geht, daß das Spätholz den Zusammenhang aufrecht erhält, während das Frühholz durch weitgehendes Nachgeben die Elastizität des Holzes verursacht.

Es ist von mir versucht worden, dasselbe Experiment mit dem Holze der Eibe durchzuführen. Da Eibenholz aber eine große Festigkeit besitzt und außerdem mit den Färbungen nach Schwarz sich die Veränderungen an seiner Struktur nicht gut erkennen lassen, mußte dieser Versuch als gescheitert gelten.

Er zeigte aber den Weg, eine wichtige Veränderung des Holzgefüges zu erforschen, nämlich die auf der Wirkung des Zuges beruhende.

Ein mäßig starker Zweig von *Taxus baccata* wurde scharf gebogen und in dieser Lage drei Tage belassen. Aus dem Teil, der der Biegung am meisten unterworfen war, wurden Radiallängsschnitte genommen und in der üblichen Weise nach Schwarz mit Oxaminblau 4 R gefärbt. Der Schnitt war gleichmäßig rot gefärbt, nur an einigen Stellen zeigten sich blaue Streifen, die an den Enden sich verjüngend mit den Holzfasern parallel liefen.

Diese blauen Streifen deuten eine Lockerung an, die vermutlich durch die rechtwinklig zur Längsrichtung bei der Biegung aufgetretenen Spannungen verursacht wurde. Wahrscheinlich liegen diese Lockerungen gerade an den Grenzen zwischen Früh- und Spätholz (Abb. 14).

Erklärungsversuch für die Unterschiede in den Färbungen.

Die Gründe für die Farbenabstufungen bei den Färbungen nach Schwarz sind nicht eindeutig erkannt. Ich möchte den Versuch machen, einen Anhaltspunkt dafür zu bringen, daß die Unterschiede im Farbensausfall nicht allein auf die Tinktionsfähigkeit der einzelnen Baustoffe der Zellen zurückzuführen ist, sondern auf die Größe der gefärbten Fläche.

Schwede, 1920, berichtet über die Arbeitsmethoden bei der Herstellung des Preßholzes, das sich von seinem Ausgangsmaterial durch Gewicht und Härte äußerlich unterscheidet. Die inneren Veränderungen zeigt der Verfasser durch mikroskopische Photographien. Die Lumina sind fast vollständig verschwunden, wodurch eine Verschiebung der Jahresringe, der Markstrahlen und aller anderen regelmäßigen Strukturmerkmale verursacht wurde. Man möchte daher annehmen, daß auch das Gefüge dieses so behandelten Holzes sehr stark verändert ist, und daß sich diese Veränderung in einer deutlichen Farbenunterschiedlichkeit bei einer Färbung nach Schwarz ausprägen müßte.

Ich färbte einen Dünnschliff dieses Preßholzes mit Oxaminblau 4 R.

Die erwartete Farbendifferenz blieb aus. Der Schnitt färbt sich tiefrot, so wie wir das bei unbehandeltem Holze mit einem tadellosen Gefüge kennen.

Ähnlich waren meine Färbungsergebnisse bei dem unter direktem Druck gepreßten Holze. Dort fand ich, wie erwähnt, eine große Zahl von Zellen, die an sich unverändert nur durch den Druck aus ihrer Lage gebracht waren. Sie zeigten mit Oxaminblau 4 R ebenfalls eine rote Färbung.

Die Holzsubstanz von tadellosem Gefüge bietet dem Farbstoff eine kleinere Angriffsfläche zur Fixierung dar als solche von gelockertem Gefüge. Der Färbungsausfall ist daher in beiden Fällen verschieden.

Da man nun annehmen kann, daß bei dem Preßholz und bei meinem gedrückten Holze die Substanzteile unendlich dicht aneinander liegen, kann man hieraus die Folgerung ziehen, daß die verstärkte Färbung des gelockerten Holzes (bei Oxaminblau 4 R die Blaufärbung) auf eine Vergrößerung der Angriffsfläche zurückzuführen ist.

Als Ergänzung hierzu seien noch zwei Versuche erwähnt, die sich mit der Ergründung des Färbungsausfalles bei gelockerter und kontrahierter Zellwand befassen. Die beiden Hälften eines Querschnittes von *Pinus silvestris* wurden zu gleicher Zeit zunächst in Wasser und dann in Alkohol eingelegt, dann wurde der Durchmesser der Lumina leicht wiederzuerkennender Zellen gemessen. Eine der Schnitthälften wurde in alkalischem Wasser, die andere in einer wäßrigen Lösung von Eisenchlorid ca. $\frac{1}{2}$ Stunde aufgehoben. Wie durch Messung der sauber gewaschenen Präparate festgestellt wurde, waren die Lumina der ersten Schnitthälfte verkleinert, die Lumina der zweiten stark vergrößert. Färbungen nach Schwarz mit Oxaminblau 4 R zeigten eine Blaufärbung bei dem Schnitt, bei dem das Lumen infolge Quellung der Zellwand verkleinert war (dessen Zellwände also gelockert waren). Rotfärbung trat bei dem andern Präparat auf, dessen Lumina vergrößert waren, was sich an der starken Kontraktion der Zellwände zu erkennen gab.

Zusammenfassung.

Die vorstehend beschriebenen und angewendeten Methoden beruhen auf der verschiedenen Tinktionsfähigkeit der Zellwände im unveränderten und veränderten Zustande bei der Färbung mit den substantiven Farbstoffen Oxaminblau 4 R und Diamingrün HS und auf der verschiedenen Farbeaufnahmefähigkeit der Tüpfel und Thyllen.

Es wurde durch Anwendung dieser Methoden die Möglichkeit gegeben, Aufschluß über die Veränderungen der Holzstruktur zu erhalten, die auf technischem Wege herbeigeführt wurden, insbesondere die indirekten Wirkungen eingepreßter Flüssigkeiten auf das Splint- und Kernholz, die Wirkungen des biochemischen Abbaues und chemischer Vorgänge im Holze und endlich die direkten Wirkungen von Druck und Zug auf die Holzstruktur.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit fasse ich in einer Aufstellung der gefundenen und ausgearbeiteten Methoden zusammen:

- I. Methoden zur Erkennung der Einflüsse, die durch Einpressung von flüssigen Stoffen in das Holz indirekt hervorgerufen werden:
 - a) bei Splintholz, Färbung nach Schwarz mit Oxaminblau 4 R und Diamingrün HS.
 - b) bei Reif- und Kernholz,
 1. Tüpfelfärbung nach Kowallick mit Anilingrün, Chrysoidin und Fuchsin.
 2. Thyllenfärbung mit Kalilauge und Fuchsin, Nachfärbung mit Anilingrün und Chrysoidin.
- II. Methode zur Erkennung der Wirkung des biochemischen Abbaues und der Volumenerweiterung chemischer Reaktionen, die im Holze verursacht werden: Färbung nach Schwarz mit Oxaminblau 4 R.
- III. Methode zur Erkennung der Einflüsse, die durch Druck und Zug direkt herbeigeführt werden: Färbung nach Schwarz mit Oxaminblau 4 R.

Verzeichnis der benutzten Literatur.

- Bertog, H., Untersuchungen über den Wuchs und das Holz der Weißtanne und Fichte. Forstl. Naturw. Zeitschr., 1895.
- Büsgen-Münch, Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena 1927.
- Bub-Bodmar-Tilger, Die Konservierung des Holzes in Theorie und Praxis. Berlin 1922.
- Ehrlich, E., Pektin und Lignine. Chemiker-Zeitung, 1917, **41**, 157.
- Felix, J., Untersuchungen fossiler Hölzer. Zeitschr. d. D. Geolog. Gesellschaft, 1883—1896.
- Fuchs, W., Die Chemie und Struktur des Lignins. Berlin 1926.
- Göppert, H. R., Fossile Pflanzen. Bonn 1841.
- Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1918.
- Hartig, Th., Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Kulturpflanzen. Berlin 1852.
- Jaccard, P., Anatomische Struktur des Zug- und Druckholzes bei wagerechten Ästen von Laubhölzern. Vierteljahrsschrift der Naturf. Gesellschaft Zürich, 1917, **62**, 203—318.
- Kamerling, Z., Biologie und Physiologie der Zellmembran. Bot. Zentralbl., 1897, **72**, 49—62.
- Molisch, H., Pflanzenphysiologie. Jena 1922.

- Münch, E., Schwarze Umrandung chemisch veränderter Holzmassen. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft, 1910, 8, 425.
- Ohara, K., Mikrochemische Untersuchungen des mit Kupfervitriol imprägnierten Holzes von *Cryptomeria japonica* Don. Japanese Journal of Botany, Tokio, 1927, Vol. III, Nr. 4, 323—333.
- Payne, H., Metallisieren von Holz. Rep. of Patent Inv., Juli 1842, 52.
- Potonié, H., Lehrbuch der Paläobotanik. Berlin 1921.
- Potonié-Gothan, Paläobotanisches Praktikum. Berlin 1913.
- Schneider-Zimmermann, Botanische Mikrotechnik. Jena 1928.
- Schwalbe, C. G., Chemie der Zellulose. Berlin 1911.
- Schwappach, A., Untersuchungen über Raumgewicht von Holz. Berlin 1897.
- Schwarz, Fr., Metachromatische Färbungen pflanzlicher Zellwände mit substantiven Farbstoffen. Ber. d. D. Bot. Ges., 1924, XLII (21—38).
- Schwede, R., Strukturveränderungen des Holzes unter Druck. Angew. Botanik, 1920, Bd. II, Heft 4 u. 5, 107—112.
- Strasburger, E., Das Botanische Praktikum. Jena 1913.
- Bau und Verrichtungen der Leitungsbahnen. Jena 1893.
- Troschel, E., Handbuch der Holzkonservierung. Berlin 1926.
- Tunmann, O., Pflanzenmikrochemie. Berlin 1913.
- Wiesner, J. von, Rohstoffe des Pflanzenreiches. II. Leipzig 1928.
- Wislicenus, H., Die Mittellamelle. Tharandter Jahrbuch, 1909, 60.
- Wisseling, C. van, Die Zellmembran. Linsbauers Handbuch der Pflanzenanatomie, III, 2. Berlin 1924.

Erklärung zu Tafel 1 und 2.

- Abb. 1. Kiefer, *Pinus silvestris*. Querschnitt aus rohem Holze, mit Oxaminblau 4 R nach Schwarz gefärbt. Die Färbung ist überwiegend rot, nur die gelockerten Ränder und Schnittstufen, sowie der Harzgang sind blau gefärbt.
- Abb. 2. Kiefer, *Pinus silvestris*. Querschnitt aus imprägniertem Holze, mit Oxaminblau 4 R nach Schwarz gefärbt. Die Färbung ist überwiegend blau, nur besonders widerstandsfähige Teile sind rot geblieben.
- Abb. 3. Kiefer, *Pinus silvestris*. Radiallängsschnitt aus rohem Holze, nach Kowallick gefärbt. Tracheiden: gelb, Hof: grün, Torus: rot.
- Abb. 4. Kiefer, *Pinus silvestris*. Querschnitt aus imprägniertem Holze, nach Kowallick gefärbt. Farbenunterschiede zwischen Gelb und Grün sind stark verwischt. Die Tori erscheinen rot, vollkommen zerrissen.
- Abb. 5. Weide, *Salix fragilis*. Radiallängsschnitt aus rohem Holze, mit Oxaminblau 4 R nach Schwarz gefärbt. Die Zellwände erscheinen gleichmäßig rot.
- Abb. 6. Weide, *Salix fragilis*. Radiallängsschnitt aus imprägniertem Holze, mit Oxaminblau 4 R nach Schwarz gefärbt. Die Zellwände sind gleichmäßig rot gefärbt, nur einige Querwände erscheinen blau.
- Abb. 7. Eibe, *Taxus baccata*. Radiallängsschnitt aus imprägniertem Holze, nach Kowallick gefärbt. Zellwände sind unverändert, die Hoftüpfel sind zerstört.

- Abb. 8 u. 9. Robinie, *Robinia pseudacacia*. Zwei Tangentiallängsschnitte aus rohem Holze. Die Thyllen sind durch Färbung sichtbar gemacht. Abb. 8: Jüngere Thyllen. Abb. 9: Ältere Thyllen.
- Abb. 10. Robinie, *Robinia pseudacacia*. Radiallängsschnitt aus imprägniertem Holze. Die Thyllen sind gefärbt. Der Druck hat sich in der Längsrichtung fortgepflanzt und hat die Thyllen zerstört, die Querwände sind zerrissen.
- Abb. 11. Robinie, *Robinia pseudacacia*. Radiallängsschnitt aus imprägniertem Holze. Die Thyllen sind gefärbt. Der Druck hat von allen Seiten gewirkt und dadurch die Thyllen regellos zerrissen. Das Gefäß ist erweitert worden.
- Abb. 12. Kiefer, *Pinus silvestris*. Querschnitt und Radiallängsschnitt, mit Oxaminblau 4 R nach Schwarz gefärbt, nachdem die Mittellamelle durch biochemischen Abbau gelockert oder beseitigt war (Vorstadium der Versteinerung).
- Abb. 13. Kiefer, *Pinus silvestris*. Querschnitt aus gedrücktem Holze, nach Schwarz mit Oxaminblau 4 R gefärbt. Spätholz ist unverändert, Frühholz in seinem Gefüge gelockert. Die Markstrahlen sind von ihren Nachbarzellen abgerissen.
- Abb. 14. Eibe, *Taxus baccata*. Gezogenes Holz im Radiallängsschnitt. Die Zellwände sind unversehrt. Nur an den Grenzen zwischen Spätholz und Frühholz ist eine Lockerung bzw. Spaltung eingetreten.

Die Abhängigkeit der Zuckerrübenkeimung von der Temperatur.

Von

H. Bremer.

(Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle Kiel.)

Mit 1 Abbildung.

Bei Gelegenheit einer Untersuchung zur Epidemiologie der Rübenfliegenkalamität (1) hatte ich den Wunsch, das Wärmebedürfnis der Imago-Entwicklung der Rübenfliege mit dem der Zuckerrübenkeimung zu vergleichen. Durchsicht des vorhandenen Schrifttums ergab, daß über den letzteren Punkt wenig bekannt ist. Selbst das neue Handbuch des Zuckerrübenbaus von Roemer (2) gibt nur die alten Haberlandtschen (3) Daten über die Temperaturabhängigkeit der Zuckerrübenkeimung. Fruwirth (4) sagt in seinem Handbuch des Pflanzenbaus lediglich, daß die Minimaltemperatur der Keimung $9,4^{\circ}\text{C}$ beträgt, womit offenbar die alte

auch schon von de Vries (5) zitierte Angabe von Sachs (Chem. Ackermann, 1859, S. 129) mit $7,5^{\circ}$ R wiedergegeben ist. Ich setzte darum eine Reihe von Keimproben bei verschiedener Temperatur an. Ihr Ergebnis folgt in der graphischen Darstellung der Abb. 1.

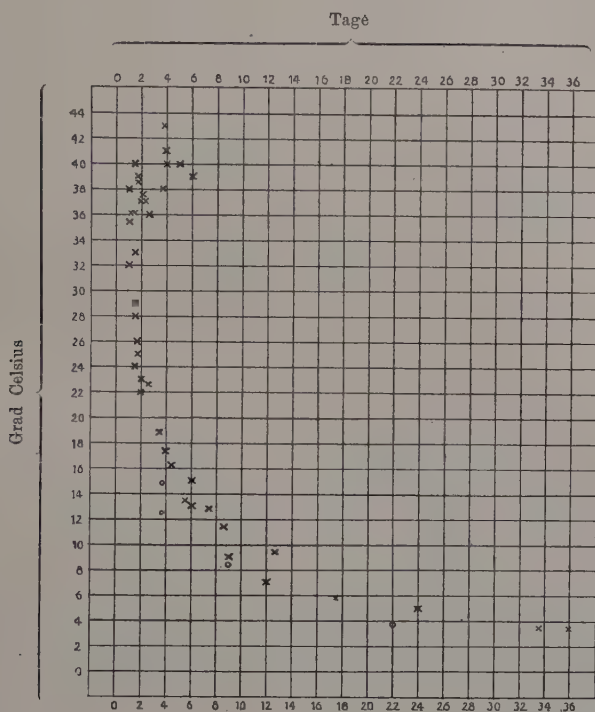


Abb. 1. Die eigenen Werte sind mit \times , die Haberlandtschen mit \circ bezeichnet.

Die Versuche wurden mit Rübenkernen gleichen Alters und gleicher Sorte (Handelsware) durchgeführt. Je 50 Kerne wurden in eine Petrischale auf feuchtes Fließpapier gelegt; für Aufrechterhaltung eines mäßigen Feuchtigkeitsgrades wurde gesorgt. Jeder Versuch wurde abgebrochen, sobald die ersten Keimwürzelchen sich zeigten. Die Keimung der Zuckerrübe wird durch intermittierende Erwärmung wesentlich gefördert (6). Da die Fragestellung erforderte, möglichst konstante Temperaturen anzuwenden, haben daher optimale Keimungsbedingungen nicht vorgelegen. Tatsächlich keimte das Gros der Kerne einzelner weitergeführter

Versuche meist viel später; offenbar fehlen nur bei wenigen Samen die Keimhemmungen, die durch öfteren Temperaturwechsel beseitigt werden. Das Ergebnis erfaßt daher wie bei Haberlandt (3) nur die potentielle, nicht die durchschnittliche Abhängigkeit der Keimungsgeschwindigkeit von der Temperatur, d. h. es werden ungefähr die Zeitspannen genannt, innerhalb deren Rübenkerne (eines bestimmten Saatgutes) bei verschiedenen Temperaturen auskeimen, wenn Keimhemmungen fehlen. Für die Übertragung der Ergebnisse in die Praxis macht das nicht viel aus, da unter natürlichen Bedingungen die intermittierende Erwärmung ohne weiteres gegeben ist, die Keimhemmungen also bei den meisten Kernen wegfallen werden.

Nur ein Teil der Ergebnisse wurde im Thermostaten bei konstanter Temperatur gewonnen: es handelt sich um die zwischen 43° und 22° erhaltenen Daten. Für Konstanthaltung der niedrigeren Wärmegrade fehlte an meiner Arbeitsstätte die Apparatur. Hier handelt es sich durchweg um Durchschnittstemperaturen, die im geheizten Laboratorium (ca. $19-16^{\circ}$), im ungeheizten Flur (ca. $15-11^{\circ}$), im Kalthaus (ca. $9-5^{\circ}$) und im Eisschrank (ca. $4-3^{\circ}$) erhalten wurden. Keimproben, die zu stark schwankender Temperatur ausgesetzt gewesen waren (z. B. im besonnten Gewächshause), wurden verworfen, weil die Durchschnittswerte ihrer Temperaturen als nicht genügend gesichert betrachtet wurden. Die Ablesung der Temperatur geschah zweimal täglich mit Maximum- und Minimum-Thermometern, so daß für jeden Tag sechs Werte zur Verfügung standen. Alle Keimproben wurden zweimal täglich nachgesehen; die Termine für die beginnende Keimung konnten also bis auf etwa $\frac{1}{4}$ Tag genau bestimmt werden.

Die so erhaltenen Werte sind, wie auch ein Blick auf die Abbildung zeigt, naturgemäß nicht exakt genug, um Schlüsse allgemeiner Natur daraus ziehen zu können. Diese lagen auch nicht im Rahmen der Fragestellung. Es sollen, angesichts der oben gekennzeichneten Wissenslücke, lediglich spätere Bearbeiter von Fragen, die mit der Rübenkeimung in irgendeinem Zusammenhange stehen, in den Stand gesetzt werden, mit einem Blicke zu sehen, in welchem Zeitbereich etwa sie bei gegebener Temperatur mit der Keimung zu rechnen haben.

Ich habe aus diesem Grunde auch davon abgesehen, die die verschiedenen Wertepaare graphisch darstellenden Punkte durch eine hypothetische Kurve zu verbinden.

Eins geht mit völliger Sicherheit aus dem Versuche hervor: Die Minimaltemperatur für die Zuckerrübenkeimung liegt nicht bei $9,4^{\circ}$ (Sachs, s. o.). Das ist ja auch schon von Haberlandt (3) widerlegt worden. Tatsächlich ist noch bei etwa 3° die Entwicklungsdauer nicht unendlich groß. Ob vom praktischen Gesichtspunkt bei etwa 9° ein Grenzwert liegt, oberhalb dessen auf dem Felde gleichmäßiger Aufgang gesichert ist, soll hier nicht untersucht werden. Etwa im selben Bereich scheint auch die Verflachung der hypothermischen Kurve nach unten hin zu beginnen.

Die ab etwa 35° nach oben zu vorhandene Streuung der Kurvenpunkte zeigt, daß in diesem Temperaturbereich Keimschädigungen auftreten; die potentielle Temperaturabhängigkeit der Keimung ist dann nicht mehr mit Sicherheit festzustellen.

Angeführte Schriften¹⁾.

1. H. Bremer, Beitrag zur Epidemiologie der Rübenfliegenkalamität, in: Arbeiten aus der B. R. A. (in Vorbereitung).
2. Th. Roemer, Handbuch des Zuckerrübenbaues, Berlin 1927.
3. F. Haberlandt, Versuche über den Einfluß der Temperatur auf das Keimen, in: Allg. land- und forstw. Zeitung, 1860, 610ff. Ref. in Jahresber. f. Agrikulturchemie, 3, 1860, 68—71.
4. C. Fruwirth, Pflanzenbaulehre, in: Kraffts Lehrbuch der Landwirtschaft, 2. Band, 12. Aufl., 1920.
5. H. de Vries, Beiträge zur speziellen Physiologie landwirtschaftlicher Kulturpflanzen, in: Landw. Jahrb., 8, 1879, Heft 1.
6. G. Pammer, Versuche über den Einfluß der intermittierenden Erwärmung auf die Keimung der Rübensamen, in: Österr.-Ungar. Zeitschr. f. Zuckerindustrie u. Landwirtschaft, 1892, Heft 4, 15 Sn. Ref. in Beih. z. Bot. Zentralbl., 5, 1895, 153.

¹⁾ Wo nur ein Referat eingesehen wurde, ist dieses mit verzeichnet.

Chinosol gegen schädliche Pilze.

Von

H. W. Wollenweber.

(Vorläufige Mitteilung aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.)

Die Abwehr und Vernichtung unerwünschter Mikroorganismen stellt Human- und Veterinärmedizin, Land- und Forstwirtschaft, Industrie und Handel vor wichtige Aufgaben zur Heilung kranker Lebewesen (Mensch, Tier und Pflanze) und zur Haltbarmachung von Nahrungs-, Futter- und Genußmitteln, sowie Vorräten aller Art z. B. Wolle, Leder, Fellen, Leim, Gummi, Papier, Tabak, Faserstoffen, Holz usw.

Infolge der Forderung, daß gegen Mikroorganismen hochwirksame Heil- und Schutzstoffe möglichst ungefährlich für Mensch und Tier sein sollen, müssen die älteren Desinfektionsmittel (z. B. Sublimat, Kupfervitriol und Formalin) allmählich durch harmlosere oder ganz ungiftige ersetzt werden. Selektiv wirkende Stoffe dieser Art sind noch wenig bekannt. Ihre Auffindung ist wichtig. Ihr Anwendungsgebiet ist um so vielseitiger, je mehr sie mit den Eigenschaften eines guten Desinfiziens die eines Therapeutikum verbinden, also imstande sind, einen Organismus von Krankheitsstoffen und -erregern zu befreien ohne störende oder schädliche Nebenwirkungen für seinen übrigen Lebensgang. Dieses bisher rein medizinische Forschungsziel hat nun auch Bedeutung für die Pflanzenheilkunde sowie für den Pflanzen- und Vorratsschutz gewonnen.

Das in der Medizin als Heilmittel wie als Antiseptikum bekannte Chinosol (Ortho-oxy-chinolin-sulfosaures Kalium) soll den Lebensprozeß der Gewebszellen weniger stark beeinflussen als den der Bakterienzellen¹⁾ und wie Hexylresorzin (1.3-Dioxy-4-hexyl-benzol)²⁾ ³⁾ in den wirksamen Dosen für Mensch und Tier ungiftig sein, jedenfalls unangenehme Nebenwirkungen erst in solchen Gaben haben, die für Heilzwecke im Verhältnis zum Körpergewicht niemals zur Anwendung gelangen. Chinosol verbindet mit dem Vorteil seiner bakterienhemmenden Wirkung den

¹⁾ R. Meier, Archiv f. Exp. Pathol. u. Pharm., Bd. 122, H. 3/4.

²⁾ Brown und Wikoff, Annals of Applied Biology 14, 436—437, 1927.

³⁾ Houben und Wollenweber, Biochem. Zeitschr. 204, 448—455, 1929.

seiner spielenden Wasserlöslichkeit (Hexylresorzin löst sich dagegen bei 18° C nur etwa zu 0,05% in Wasser) und scheint als Pilzgift bemerkenswert zu sein. Während aber seine Bedeutung insbesondere als Therapeutikum und Desinfiziens wohl in über 100 human- und veterinärmedizinischen Schriften dargelegt ist, hat es im Pflanzen- und Vorratsschutz noch verhältnismäßig wenig Beachtung gefunden, wie folgende Übersicht zeigt¹⁾:

Chinosol empfohlen unter anderen Schaffnit²⁾ (1912 und 1919) zur Bekämpfung von Getreide-Fusariosen; Schander und Fischer³⁾ (1915) als Beizmittel für Rübensamen gegen *Phoma betae*, indem sie zugleich seine wachstumsfördernde Eigenschaft erwähnten; Riehm⁴⁾ (1913—1916) zur Abwehr des Weizen-Steinbrandes, *Tilletia tritici*, in 0,1proz. Lösung bei 1 Minute Eintauchzeit, allerdings mit der Einschränkung, daß es Formalin und Kupfervitriol nachstehe und auch den *Helminthosporium*-Pilz der Streifenkrankheit der Gerste erst in Konzentrationen vernichte, die die Keimfähigkeit der Gerste schädige. Dr. Ott wiederum wandte Chinosol bei Pilzkrankheiten der Stecklinge in gärtnerischen Betrieben mit Erfolg an. Nach Pinching⁵⁾ (1924) ist es auch zur Konservierung von Gummi (sheet rubber) geeignet, da er durch Eintauchen präparierter Gummilagen in Chinosollösungen das Auftreten unerwünschter, angeblich von Bakterien und Hefe verursachter rostbrauner Flecken verhindern konnte. Günstig wirkten nach ihm ferner Formalin, Paranitrophenol und Natriumbisulfit. Da Chinosol neuerdings auch zur Konservierung von Tabak und leicht verderblichen technischen Produkten (Leim, Kleister usw.) empfohlen wird, so scheint es sich ein ziemlich vielseitiges Anwendungsgebiet zu erobern.

Bei den bisherigen Versuchen mit Chinosol im Pflanzen- und Vorratsschutz wurden die zu schützenden Pflanzenorgane, Rohstoffe oder technischen Produkte direkt mit wässrigen Lösungen verschiedener Konzentration des Mittels behandelt, um die „Dosis curativa“ oder „desinficiens“ empirisch zu ermitteln. Diese Methode

¹⁾ Vgl. auch Hollrung, Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten, 1914, S. 254; Croner, Lehrbuch der Desinfektion, 1913, S. 212; sowie Bub-Bodmar und Tilger, Die Konservierung des Holzes in Theorie und Praxis, 1922, S. 908.

²⁾ Fühlings Landw. Ztg. 61, 665, 1912. Landw. Jahrbücher 54, 534, 1919.

³⁾ Landw. Jahrbücher 48, 736—738.

⁴⁾ Mitteil. a. d. K. Biol. Anstalt 14, 9, 1913; 15, 7, 1914; 16, 9, 1916.

⁵⁾ Bull. Rubber Growers Association VI, 9, 538—544, 1924; 10, 625 bis 634, 1924.

gibt einen guten Überblick der Leistungsfähigkeit eines Mittels unter den jeweiligen Versuchsbedingungen, umfaßt aber nicht die durch den Wechsel der Pilzflora und andere Einflüsse bedingten Anforderungen. Die Ergebnisse fallen daher häufig recht ungleichmäßig aus. Aus diesem Grunde erschien es zweckmäßig, die absoluten Hemmungswertzahlen für Chinosol gegen bestimmte Pilze einmal genauer herauszuarbeiten. Im Pflanzen-, Vorrats- und Holzschutz hat sich allmählich das Verfahren eingebürgert, solche Hemmungswerte durch Tastversuche *in vitro* zu ermitteln, um sich schnell ein vorläufiges Urteil über die Wirkungsstärke eines Prüfstoffes und die Aussichten seiner Verwendung bilden zu können. Als Nährboden für die Pilze verwendet man Malzextraktagar, Reisbrei¹⁾, Holz usw. Den Prüfstoff setzt man in bestimmten Konzentrationen dem Substrate zu. Die folgenden vorläufigen Ergebnisse beziehen sich auf Versuche mit Chinosol auf Malzextraktagar und Reisbrei gegen 14 schädliche Pilze, darunter pflanzenpathogene Pilze, Schimmelpilze und Holzzerstörer.

Zunächst wurden einige Schimmelpilze geprüft, *Aspergillus glaucus*, *Penicillium glaucum* und *Mucor racemosus*, welche an Tabak und dessen Fabrikaten auftreten und auch als Fruchtfäuleerreger eine gewisse Rolle spielen:

Chinosol gegen Schimmelpilze.

Je zwei Röhrchen beimpft. + bedeutet Wachstum der Pilze, (+) gehemmtes Wachstum, — kein Wachstum.

Konzentration von Chinosol %	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Mucor racemosus</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Mucor racemosus</i>
	im Malzextraktagar			im Reisbreinährboden		
0	++	++	++	++	++	++
0,005	+—	—	++	—	++	++
0,01	—	—	++	—	—	+(+)
0,02	—	—	—	—	—	—

Die Konzentration der absoluten Hemmung liegt darnach für *Aspergillus* und *Penicillium* bei 0,01 %, für *Mucor* bei 0,02 %. Diese starke Wirkung spricht also durchaus für die Möglichkeit einer Verwendung des Chinosol als Konservierungsmittel für Tabak

¹⁾ Wollenweber, Angewandte Botanik 4, 273—279, 1922.

und dessen Fabrikate, worüber allerdings erst die praktischen Versuche zu entscheiden hätten.

Häufig werden Pilze auch gärtnerischen Gewächsen im Winterlager gefährlich, z. B. Dahlienwurzeln, die von *Sclerotinia Libertiana* und *Botrytis cinerea* befallen werden, so daß ein großer Teil des Lagergutes verloren geht. Die Versuche wurden daher auch auf diese ausgedehnt, sowie auf andere Fäulnis- und Krankheitserreger, z. B. auf den Bitterfäulepilz des Lagerobstes, *Gloeosporium fructigenum*; ferner auf Erreger gefäßparasitärer Welkekrankheiten, z. B. *Fusarium lini*, das die Flachswelke hervorruft; auf *Nectria*-Krebs der Obstbäume, Roggenschneeschnimmel (*Calonectria graminicola* bzw. *Fusarium nivale*) und andere Getreide-Fusariosen (*Gibberella Saubinetii*). Endlich wurden noch *Graphium ulmi*, der Erreger des „Ulmensterbens“, einbegriffen und zwei holzerstörende Pilze, *Polystictus versicolor* und *Coniophora cerebella*. Die Wirkung des Chinosol war überall ziemlich stark, wenn auch sehr verschieden je nach Pilzart, wie folgende Übersicht zeigt:

Vergleichende Übersicht
der absoluten Hemmungskonzentrationen für Chinosol
gegenüber 14 schädlichen Pilzen.

Pilzname	Erreger von	Hemmungszahl %
1. <i>Botrytis cinerea</i>	Dahlienwurzelfäule	0,0025
2. <i>Gloeosporium fructigenum</i>	Obstfäule	0,0025
3. <i>Sclerotinia Libertiana</i>	Dahlienwurzelfäule	0,0025
4. <i>Penicillium glaucum</i>	Tabakschimmelbesatz	0,005
5. <i>Aspergillus glaucus</i>	„	0,01
6. <i>Mucor racemosus</i>	„	0,02!
7. <i>Coniophora cerebella</i>	Holzerstörungen	0,0025
8. <i>Polystictus versicolor</i>	„	0,02!
9. <i>Graphium ulmi</i>	„Ulmensterben“	0,0025
10. <i>Calonectria graminicola</i>	Roggenschneeschnimmel	0,0025
11. <i>Gibberella Saubinetii</i>	Weizen-Fusariose	0,0025
12. <i>Nectria galligena</i>	<i>Nectria</i> -Krebs der Obstbäume	0,005
13. <i>Fusarium aurantiacum</i>	Fußkrankheit der Coniferensämlinge (<i>Picea pungens</i>)	0,005
14. <i>Fusarium lini</i>	Flachs-Welkekrankheit	0,03!

Danach ist zur Abtötung des *Fusarium lini*, das in diesen Tastversuchen die größte Widerstandsfähigkeit gegen Chinosol zeigte, zwölfmal so viel Chinosol erforderlich wie zur Vernichtung einer Reihe anderer Schadpilze z. B. Roggenschneeschnitzschimmel (*Calonectria graminicola*). Die Zahlen haben natürlich nur relative Bedeutung. In der Praxis werden häufig höhere Konzentrationen angewandt, als man nach den Ermittlungen in vitro annehmen sollte, nämlich solche von 0,05 und 0,1 %.

Die Vorversuche sprechen also dafür, daß Chinosol stark fungizid wirkt. Es würde sich daher empfehlen, seine Schutzwirkung möglichst umfassend praktisch zu erproben und zwar auch für Zwecke der Haltbarmachung technischer Produkte (Leim, Leder, Pappe, Gummifabrikate), der Vorbeugung einer Fäulnis von Wurzelgewächsen (Dahlien, Blumenzwiebeln, Gladiolen) im Winterlager (etwa durch Eintauchen des Lagergutes in 0,02 proz. oder etwas stärkere wässrige Chinosollösung) usw. Die Erfolge, die Chinosol nach den Angaben der Literatur bereits zugesprochen worden sind, namentlich solche als Beizmittel, wären zu überprüfen unter Vergleich der Wirkung gegen bestimmte Pilze unter wechselnden Bedingungen. Außerdem könnte die Möglichkeit seiner Wirkung als Therapeutikum einbezogen werden.

Infektionsversuche mit *Helminthosporium gramineum*.

Von

Dr. A. Winkelmann.

Prüfstelle für Pflanzenschutzmittel der Biologischen Reichsanstalt.

Die Prüfung von Beizmitteln gegen Haferflugbrand und Streifenkrankheit der Gerste wird nicht selten dadurch erschwert, daß nicht ausreichend Saatgut zur Verfügung steht, das sicher infiziert ist. Bei Verwendung von Saatgut aus Beständen, die starken Befall aufwiesen, tritt die Krankheit oft nicht in dem für die Beurteilung von Mitteln erforderlichen Maße auf. Für die künstliche Infektion von Hafer hat vor kurzem Zade eine Methode veröffentlicht, die es vielleicht ermöglichen wird, leicht größere Mengen sicher infizierten Saatgutes herzustellen. Ob diese Methode, wie Zade vermutet, auch zur Infektion mit *Helminthosporium*

brauchbar ist, ist noch nicht erwiesen. Ob ferner das auf diese Weise infizierte Saatgut bei der Prüfung von Beizmitteln verwendet werden kann, ist nicht ohne Feldversuche zu entscheiden. Zu bedenken ist, daß durch die Stellen, durch die infolge des Evakuierens die Sporen bzw. das aus diesen hervorgegangene Myzel eindringen, der Beizlösung der Eintritt erleichtert wird. Es ist daher anzustreben, das Getreide für die Prüfung von Beizmitteln so zu infizieren, daß es gleich dem von Natur aus infizierten Saatgut ist. Die von Genau veröffentlichte Methode zur Infektion mit *Helminthosporium* entspricht so wenig den natürlichen Verhältnissen, daß entweder der Ansatz sehr gering war, oder in großer Zahl taube Ährchen gebildet wurden.

In der genannten Veröffentlichung von Genau ist die Literatur über *Helminthosporium* weitgehend berücksichtigt, so daß es sich erübrigt, hier noch einmal darauf einzugehen.

Bei der Prüfstelle für Pflanzenschutzmittel der Biologischen Reichsanstalt wurde für die Gewinnung von streifenkrankem Saatgut seit einigen Jahren die Infektion auf folgende Weise durchgeführt:

Zur Zeit der Blüte wurden im Abstände von 2—3 Tagen etwa dreimal wahllos Ähren mit kranken Blättern bestrichen. Es ergab sich stets ein erheblicher Befall, auch dann, wenn die auf demselben Felde stehende, nicht infizierte Gerste keinen oder nur geringen Befall aufwies. Um die für die Infektion günstigste Zeit festzustellen, wurden die folgenden Untersuchungen in den Jahren 1926—1928 angestellt: Zu den Versuchen wurden die Ähren schon vor dem Schossen in Pergamintüten eingeschlossen und die einzelnen Halme zusammen mit den Tüten an Blumenstäben befestigt. Um die Beobachtung der Ähren zu erleichtern, wurde eine Ecke der Tüten abgeschnitten und die Tüten dann wieder durch doppeltes Falten mit einer Heftklammer verschlossen. Nach dem Schossen wurden die Ähren täglich durchgesehen. Der Beginn der Blüte wurde im ersten Jahr der Versuche genau registriert, ebenso das Abblühen.

Für die Versuche mußten von vornherein alle Infektionsmethoden ausgeschlossen werden, die von der natürlichen Infektion abweichen. Es konnten daher weder Suspensionen der Sporen, noch solche Methoden, bei denen die Blüte gewaltsam geöffnet wird, angewendet werden.

Zur Infektion wurden im ersten Jahr die Sporen mit einem Pinsel direkt von den Blättern abgenommen und auf die Ähren

gestäubt. Im zweiten Jahr wurden die Sporen zunächst mit einem Pinsel in einer Schale von den Blättern abgestrichen und hinterher mit einem Pinsel auf die Ähren gebracht.

Das Ergebnis der Versuche ist aus den Tabellen 1 und 2 zu ersehen. Zur Erläuterung der Tabellen sei noch folgendes gesagt: Im ersten Jahr der Versuche wurden die Ähren zur Zeit der Blüte täglich kontrolliert, dabei zeigte sich, daß der Beginn der Blüte sämtlicher Ährchen in höchstens 4 Tagen erfolgt, und daß die Blüte nach 6—7 Tagen abgeschlossen ist. Im zweiten Jahre begann die Blüte gleichmäßig am 3. Juni, mit Ausnahme der Ähren 1 und 2, bei denen sie am 6. Juni einsetzte. Von den im Jahre 1926 geernteten Ähren wurden je 15 Körner ausgesät und zwar 5 aus dem unteren, 5 aus dem mittleren und 5 aus dem oberen Teil der Ähre. Der Rest wurde für andere Versuche verwendet. 1927 wurden sämtliche Körner der geernteten Ähren ausgesät.

Versuchssorte war eine vierzeilige Wintergerstensorte aus Mitteldeutschland. Augenblicklich sind Versuche mit weiteren Sorten im Gange. Für die Versuche waren in den beiden Jahren 150 Ähren vorgesehen und auch eingetütet, durch Witterungseinflüsse wurde jedoch ein großer Teil der Tüten zerrissen. Ähren in solchen Tüten wurden sofort von weiteren Versuchen ausgeschlossen.

Die Befallszahlen beweisen, daß die Infektion nicht nur zur Zeit oder kurz nach der Blüte stattfindet, daß vielmehr die Infektion noch viel später erfolgen kann und nicht an einen bestimmten Zeitpunkt gebunden ist. Der verschieden starke Befall bei den einzelnen Ähren wird wohl darauf zurückzuführen sein, daß in den verschiedenen Tüten sehr verschiedene Keimungsbedingungen für die Sporen gegeben waren. Unter natürlichen Bedingungen werden die Verhältnisse viel gleichmäßiger sein.

Infektionen wurden in den Jahren 1926 und 1927 nur bis etwa 4 Wochen nach der Blüte durchgeführt, 1928 wurden auch noch spätere vorgenommen. Über diese Versuche wird später berichtet werden.

Die Infektion mit *Helminthosporium* wird man nach den vorliegenden Versuchsergebnissen nicht mehr mit dem von Zade geprägten Ausdruck „Blütenkeimlingsinfektion“ bezeichnen können; denn eine Blüteninfektion liegt selbst nach der von Zade gegebenen Definition, nach der der Begriff Blüteninfektion erheblich weiter gefaßt wird als bei Brefeld, nicht vor. Nach Zade ist Blüten-

Tabelle 1. 1926/27.

Ähren Nr.	Beginn der Blüte	Infiziert am	Beim Aus zählen vor- handene Pflanzen	Kranke Pflanzen	Gesunde Pflanzen	% kranke Pflanzen
1	26.—27. V.	28. V.	12	8	4	66,6
2	26.—27. V.	28. V.	14	6	8	42,9
3	27. V.	28. V.	14	4	10	28,6
4	26.—27. V.	28. V.	10	5	5	50
5	27.—28. V.	31. V.	11	1	10	9,1
6	27.—28. V.	31. V.	10	5	5	50
7	25.—28. V.	31. V.	13	6	7	46,2
8	27.—30. V.	4. VI.	15	5	10	33,3
9	27.—30. V.	4. VI.	6	4	2	66,6
10	27.—28. V.	4. VI.	11	3	8	27,3
11	27.—30. V.	4. VI.	11	1	10	9,1
12	27.—30. V.	4. VI.	13	1	12	7,7
13	30. V.—1. VI.	7. VI.	8	2	6	25
14	1. VI.	7. VI.	11	4	7	36,4
15	30. V.—1. VI.	7. VI.	13	6	7	46,2
16	30. V.—1. VI.	7. VI.	12	3	9	25
17	30. V.—1. VI.	7. VI.	12	5	7	41,7
18	27.—30. V.	9. VI.	14	5	9	35,7
19	27.—30. V.	9. VI.	12	3	9	25
20	27.—30. V.	9. VI.	11	3	8	27,3
21	27.—30. V.	9. VI.	12	4	8	33,3
22	27.—30. V.	9. VI.	12	4	8	33,3
23	27.—30. V.	12. VI.	10	1	9	10
23	27. V.	12. VI.	15	5	10	33,3
25	1.—2. VI.	24. VI.	12	1	11	8,3
26	2.—6. VI.	24. VI.	7	2	5	28,6
27	2. VI.	24. VI.	12	0	12	0
28	30. V.	25. VI.	8	1	7	12,5
29	27.—30. V.	25. VI.	13	3	10	23,1
30	27.—30. V.	25. VI.	13	4	9	30,8
31	27.—30. V.	25. VI.	12	2	10	16,7
32	27.—30. V.	25. VI.	5	0	5	0
33	27.—30. V.	3. VII.	13	4	9	30,8
34	30. V.—1. VI.	3. VII.	8	1	7	12,5
35	30. V.	3. VII.	13	3	10	23,1
36	30. V.	3. VII.	11	4	7	36,4
37	30. V.	3. VII.	11	0	11	0
38	30. V.—1. VI.	—	14	0	14	0
39	30. V.—1. VI.	—	14	0	14	0
40	30. V.—1. VI.	—	11	0	11	0
41	28.—30. V.	—	9	0	9	0
42	30. V.—1. VI.	—	15	0	15	0
43	30. V.	—	13	0	13	0
44	2. VI.	—	11	0	11	0
45	1. VI.	—	12	0	12	0
46	27.—30. V.	—	12	0	12	0
47	30. V.	—	11	0	11	0
48	1.—2. VI.	—	13	0	13	0
49	30. V.—1. VI.	—	12	0	12	0
50	30. V.—1. VI.	—	8	0	8	0
51	27.—30. V.	—	14	0	14	0

Tabelle 2. 1927/28.

Ähren Nr.	Infiziert am	Zahl der ausgesäten Körner	Beim Aus zählen vorhandene Pflanzen	Kranke Pflanzen	Gesunde Pflanzen	% kranke Pflanzen
1	4. VI.	27	20	13	7	65
2	4. VI.	20	16	7	9	43,9
3	4. VI.	16	15	3	12	20
4	3. VI.	10	9	0	9	0
5	3. VI.	26	24	14	10	58,3
6	3. VI.	34	29	10	19	34,5
7	3. VI.	34	25	9	16	36
8	23. VI.	42	30	19	11	63,3
9	23. VI.	13	9	3	6	33,3
10	23. VI.	20	17	2	15	11,8
11	23. VI.	13	12	3	9	25
12	—	19	17	0	17	0
13	—	20	16	0	16	0
14	—	21	14	0	14	0
15	—	20	19	0	19	0
16	—	24	20	0	20	0
17	—	7	6	0	6	0
18	—	10	8	0	8	0
19	—	13	12	0	12	0
20	—	50	44	0	44	0
21	—	30	28	0	28	0
22	—	29	24	0	24	0

infektion dann gegeben, wenn die aus den Sporen entstehenden Myzelien Teile der Blüte durchdringen. Wenn man die Art der Infektion bei *Helminthosporium* nicht auch als Keimlingsinfektion bezeichnen will, sondern zur Unterscheidung von der typischen Keimlingsinfektion, wie sie bei *Tilletia* vorliegt, eine Doppelbezeichnung vorzieht, würde ich die Bezeichnung „Korn-Keimlingsinfektion“ vorschlagen. Diese Bezeichnung wäre insofern angebracht, als die Infektion des Keimlings unter natürlichen Bedingungen nicht direkt von den Krankheitsüberträgern, den Konidien sporen erfolgt, sondern von dem aus diesen am Korn hervorgegangenen Dauermyzel.

Daß die Infektion mit *Helminthosporium* nicht an die Blüte gebunden ist, finde ich in der Veröffentlichung von Genau be-

stätigt. Bei der Auszählung des natürlichen Befalles an 21 Sommergerstensorten fand er bei einem Höchstbefall von 3,22 %, bei Svalöfs Chevalier, bei der kleistogam blühenden „Fruwirths frühe Gold-thorpe“ einen solchen von 1,79 %. Genau sucht den Befall folgendermaßen zu deuten: „Man kann sich denken, daß möglicherweise während des Blühens einige Pflanzen bei äußerst günstiger Witterung die Staubgefäße herauschieben; in dieser Zeit öffnet sich das befruchtete Blüthen etwas und es kann dann eine Infektion stattfinden.“ Dieser Deutung kann man sich wohl nach den in den Tabellen aufgeführten Versuchsergebnissen nicht mehr anschließen. Vielmehr muß man annehmen, daß die Infektion nicht durch die geöffnete Blüte erfolgte, sondern dadurch zustande kam, daß die Sporen außen an dem Korn bei günstigen Bedingungen, insbesondere bei genügender Feuchtigkeit auskeimten, und der Pilz die Spelze durchdrang und sich unter der Spelze ausbreitete. Für die Ansicht, daß die Infektion von außen her erfolgt, spricht noch ein weiterer von mir durchgeführter Versuch, der allerdings nur mit einer von Natur aus infizierten Sommergerste angestellt werden konnte. Gerstenkörner wurden mit einer Konidienaufschwemmung an drei aufeinander folgenden Tagen besprüht und zehn Tage lang feucht gehalten. Bei dieser Gerste wurden auf 2701 gesunde 858 kranke Pflanzen gezählt, mithin betrug der Befall 24,1 %, während bei der unbehandelten Gerste auf 1368 gesunde 305 kranke Pflanzen kamen, diese also einen Befall von 18,2 % zeigte. Auch Kölpin-Ravn konnte durch Infektion entspelzter Körner einen erheblichen Befall erzielen.

Die Infektion mit *Helminthosporium* wird im wesentlichen von zwei Faktoren abhängig sein: 1. von den Keimungsbedingungen für die Sporen und 2. von dem Widerstande, den die Spelzen dem Eindringen des Pilzes entgegensetzen. Hierzu kommt natürlich noch die physiologische Anfälligkeit, die Genau in seinen Versuchen feststellte. Bei der Prüfung der Sortenwiderstandsfähigkeit gegen *Helminthosporium* wird man sowohl morphologische wie physiologische Widerstandsfähigkeit zu berücksichtigen haben. Man wird daher die Infektion durch Einbringen von Sporen in die Blüte nicht durchführen können. Man wird vielmehr die Sporen außen an die Ährchen bringen müssen; dies am besten nach der Blüte, damit man nicht Gefahr läuft, eine Infektion durch die geöffnete Blüte vorzunehmen, wodurch gegebenenfalls nur die physiologische Anfälligkeit bewiesen würde.

Die mit Konidiensporen ausgeführten Keimversuche bestätigten nicht die Befunde Genau. Die im Juli 1928 geernteten Sporen, die in einer offenen Schale im Schrank aufbewahrt wurden, keimten noch Mitte März 1929, also nach 8 Monaten in Leitungswasser zu mehr als 90 %, sogar 1927 geerntete Sporen keimten Mitte März 1929 noch zu etwa 80 %.

Zusammenfassung.

Durch Infektion von Gerstenähren von der Blütezeit bis etwa vier Wochen später konnte festgestellt werden, daß die Infektion mit *Helminthosporium gramineum* nicht an die Blüte gebunden ist. Der von Zade geprägte Ausdruck „Blütenkeimlingsinfektion“ läßt sich daher nicht mehr für *Helminthosporium* aufrecht erhalten. Falls die Infektion mit *Helminthosporium* nicht als Keimlingsinfektion bezeichnet werden soll, wird die Bezeichnung „Korn-Keimlingsinfektion“ vorgeschlagen.

Es konnte nachgewiesen werden, daß die Lebensdauer der Konidiensporen sehr viel länger ist, als von Genau angegeben wird. Die untersuchten Sporen keimten nach 20 Monaten noch etwa zu 80 %.

Literaturverzeichnis.

1. Genau, Methoden der künstlichen Infektion mit *Helminthosporium gramineum* und Studien über die Anfälligkeit verschiedener Sommergersten diesem Pilz gegenüber. Kühn-Archiv, Bd. 19, 1928, S. 303—351.
 2. Zade, Über die Lebensweise und Bekämpfung des Haferflugbrandes (*Ustilago avenae* Pers. Jens.). Angewandte Botanik, Bd. 6, 1924, S. 113—125.
 3. Zade, Masseninfektionen mit Haferflugbrand nach einem neuen Verfahren. Pflanzenbau, 5. Jahrg., 1928—1929, S. 43.
-

Fichtelgebirgshafer und v. Lochows Gelbhafer.

Ein physiologischer Vergleich.

Von

Maximilian Klinkowski.

(Aus dem Laboratorium für Botanik der Biologischen Reichsanstalt
für Land- und Forstwirtschaft.)

Mit 10 Abbildungen.

Die Gegenüberstellung beider Sorten erfolgt hier nicht zum erstenmal. L. Hiltner (1) hat sich in seinen Versuchsreihen öfter der beiden Sorten bedient und fand bisweilen bemerkenswerte Unterschiede. So ist ihm die verschiedengradige Neigung zur Dörrfleckenkrankheit öfter aufgefallen. Neu an der folgenden Gegenüberstellung ist vor allem die Methodik. Die beiden Sorten werden in ihrer Reaktion nicht nur auf eine Eigenschaft geprüft, sondern es wurden nach den Methoden, wie sie F. Merckenschlager (2, 3) in mehreren Arbeiten vorgeschlagen und begründet hat, alle physiologischen und pathologischen Äußerungen, soweit sie unserem Wahrnehmungsvermögen zugänglich sind, beobachtet und ihre Differenzen einander gegenübergestellt (Differentialdiagnostik). Wenn es sich um weiter auseinanderstehende Arten handelt, wird der physiologische Vergleich in vielen Äußerungen starke Differenzen finden, mit der Verringerung der phylogenetischen Distanz vermehren sich die Schwierigkeiten der physiologischen Scheidung. Zwar sind v. Lochows Gelbhafer und Fichtelgebirgshafer schärfer divergierende Rassengruppen (eine hochspezialisierte Form steht einer Primitivform gegenüber) aber in vielen Fällen reagieren sie auf äußere Einflüsse in gleichem Maße. Der Rassencharakter läßt sich dann in dieser Hinsicht nicht isoliert betrachten, es sind eben, soweit uns feinere diagnostische Mittel nicht zur Verfügung stehen, Reaktionen der Art *Avena*. In anderen Fällen gelingt die Scheidung mit physiologischen Mitteln mit Sicherheit. Bei den vergleichenden sortendiagnostischen Versuchen trat ein

für die Haferphysiologie bezeichnender Zug häufig in Erscheinung: die geringe Saugkraft des Hafers. In einer vorläufigen Mitteilung (4) ist diese für den Hafer charakteristische Eigenschaft hervorgehoben worden und inzwischen von K. Meyer (5) bestätigt worden. Weiter hat sich gezeigt, daß in der Stärke der Saugkraft zwischen v. Lochows Gelbhafer und Fichtelgebirgshafer Unterschiede bestehen in dem Sinne, daß v. Lochows Gelbhafer über höhere Saugkräfte verfügt.

Zur vergleichenden Physiologie von Licht- und Dunkelkulturen.

Adolf Beyer (6) hat die Entdeckung gemacht, daß beim Hafer das Hypokotyl (Mesokotyl) nicht zur Entwicklung gelangt, wenn die ersten Keimungsstadien des Hafers dem Lichte ausgesetzt werden. Diese Beobachtung ist für die Technik reizphysiologischer Versuche von großer Bedeutung geworden. Ein großer Einfluß des Lichtes auf die Haferkeimung ist demnach fraglos. Die folgenden Versuche wurden zu dem Zwecke angestellt zu ermitteln, ob beide Sorten nach vergleichenden Licht- und Dunkelkulturen im Vergleich zu Weizen eine Verschiebung der Längenproportionen erkennen lassen. Zunächst wurden die Sproßlängen als solche nach Dunkelkultur sowie nach anfänglicher dreitägiger Belichtung von Dunkelkultur und bei Lichtkultur verglichen. Die Dunkelkultur verblieb 8 Tage im Dunkeln, um nach Belichtung am darauffolgenden fünften Tage mit den anderen Kulturen verglichen zu werden. Die Samen wurden gleichmäßig 2 cm tief ausgelegt.

Sproßlängen im Lichte.

Versuch	Länge der größten Pflanze			Länge der kleinsten Pflanze			Durchschnitt aller Pflanzen		
	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen
1	21,7	19,4	24,6	8,3	11,3	15,9	15,2	15,5	20,4
2	22,1	18,2	26,1	15,1	8,9	12,0	18,1	12,4	20,0
3	21,4	19,1	22,8	10,1	6,5	9,8	17,0	12,8	17,8
4	15,5	16,3	22,0	8,7	7,0	8,8	13,1	12,4	16,5
Sa.	80,7	73,0	95,5	42,2	33,7	46,5	63,4	53,1	74,7
Durchschnitt	20,17	18,25	23,87	10,55	8,42	11,62	15,85	13,27	18,67

Sproßlänge im Dunkeln nach anfänglicher Belichtung.

Versuch	Länge der größten Pflanze			Länge der kleinsten Pflanze			Durchschnitt aller Pflanzen		
	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen
1	18,4	19,6	25,2	12,3	13,4	16,1	14,7	15,5	21,0
2	17,6	20,9	22,9	11,1	10,7	16,6	14,4	16,6	20,0
3	16,7	18,0	25,3	9,2	10,7	12,1	13,8	14,0	20,1
4	16,9	17,6	21,6	7,9	10,9	8,0	12,9	14,6	17,7
Sa.	69,6	76,1	95,0	40,5	45,7	52,8	55,8	60,7	78,8
Durchschnitt	17,4	19,02	23,75	10,12	11,42	13,2	13,95	15,17	19,7

Sproßlänge im Dunkeln.

Versuch	Länge der größten Pflanze			Länge der kleinsten Pflanze			Durchschnitt aller Pflanzen		
	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen
1	18,0	16,7	25,0	11,5	10,6	10,9	15,9	13,1	19,9
2	17,5	17,3	28,7	11,7	11,0	18,3	15,0	15,6	22,7
3	16,4	17,2	30,6	10,9	9,2	12,1	13,6	14,1	21,4
4	18,0	17,6	24,5	9,1	12,6	17,8	13,2	15,8	19,9
Sa.	69,9	68,8	108,8	43,2	43,4	59,1	57,7	58,6	83,9
Durchschnitt	17,75	17,2	27,2	10,8	10,85	14,77	14,42	14,65	20,97

Beim Vergleich der Werte ist im allgemeinen festzustellen, daß das Längenwachstum der Dunkelkeimlinge beim Gelbhafer am deutlichsten hinter der Kontrolle zurückbleibt. Fichtelgebirgshafer und Weizen weisen in Dunkelkultur höhere Werte als in Lichtkultur auf.

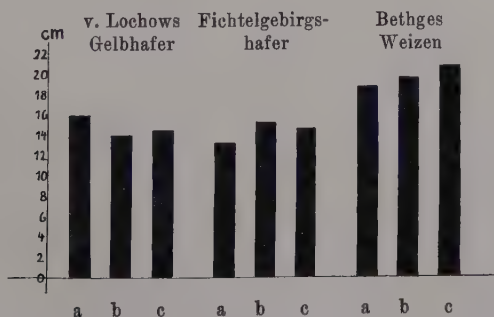


Abb. 1. a = Lichtkultur, b = im Dunkeln nach anfänglicher Belichtung, c = Dunkelkultur.

Die Länge der Koleoptile ist beim Weizen nach anfänglicher Belichtung am geringsten, wie folgende Übersicht zeigt. Die höchsten Längenwerte erreicht in allen Kulturen die Koleoptile des Fichtelgebirghafers.

Koleoptillänge im Lichte.

Versuch	Länge des größten Koleoptils			Länge des kleinsten Koleoptils			Durchschnittslänge aller Koleoptile		
	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen
1	0,5	1,1	0,4	0,2	0,7	0,1	0,34	0,97	0,23
2	1,1	1,4	0,8	0,3	0,5	0,2	0,61	0,86	0,5
3	0,5	1,0	0,6	0,1	0,2	0,1	0,32	0,59	0,23
4	1,2	1,6	1,1	0,3	0,6	0,3	0,76	1,15	0,59
Sa.	3,3	5,1	2,9	0,9	2,0	0,7	2,03	3,57	1,55
Durchschnitt	0,82	1,27	0,72	0,22	0,5	0,17	0,51	0,89	0,39

Koleoptillänge im Dunkeln nach anfänglicher Belichtung.

Versuch	Länge des größten Koleoptils			Länge des kleinsten Koleoptils			Durchschnittslänge aller Koleoptile		
	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen
1	1,9	5,7	1,7	0,6	0,8	0,7	0,94	1,73	1,02
2	3,9	7,1	3,2	0,8	2,2	1,1	2,2	5,36	2,02
3	4,8	6,5	4,2	0,8	1,4	0,6	2,47	4,2	2,62
4	4,0	6,5	4,1	1,2	4,4	0,7	2,87	5,65	2,32
Sa.	14,6	25,8	13,2	3,4	8,8	3,1	8,48	16,94	7,98
Durchschnitt	3,65	6,45	3,3	0,85	2,2	0,77	2,12	4,23	1,99

Koleoptillänge im Dunkeln.

Versuch	Länge des größten Koleoptils			Länge des kleinsten Koleoptils			Durchschnittslänge aller Koleoptile		
	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen	Gelbhafer	Weißhafer	Weizen
1	5,0	7,8	4,6	3,4	5,2	1,7	3,96	6,59	3,66
2	5,1	9,0	4,7	3,9	5,9	2,2	4,63	7,48	3,3
3	6,5	7,7	5,8	3,7	4,9	2,0	5,04	6,46	3,42
4	5,8	7,1	4,4	1,3	4,2	2,7	4,58	6,35	3,57
Sa.	22,4	31,6	19,5	12,3	20,2	8,6	18,21	26,88	13,95
Durchschnitt	5,6	7,9	4,87	3,07	5,05	2,15	4,55	6,72	3,49

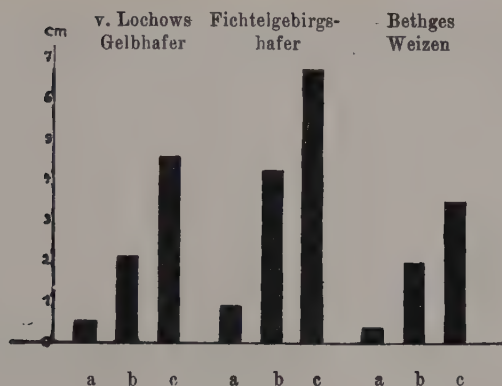


Abb. 2.

a = Lichtkultur, b = im Dunkeln nach anfänglicher Belichtung,
c = Dunkelkultur.

Die Längenproportionen verschieben sich am geringsten beim Fichtelgebirgshafer bei Variierung von Licht- zu Dunkelkultur, beim Gelbhafer und beim Weizen ist die Verschiebung die gleiche. Variiert man Licht- zu anfänglich belichteter Dunkelkultur, so schiebt sich der Fichtelgebirgshafer zwischen v. Lochows Gelbhafer und den Weizen, der hier die geringste Proportionsänderung aufweist.

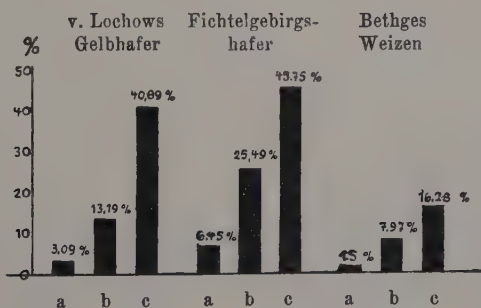


Abb. 3.

a = Lichtkultur, b = im Dunkeln nach anfänglicher Belichtung,
c = Dunkelkultur.

Das Licht hält also beim Gelbhafer das Wachstum der Koleoptile am deutlichsten zurück.

Längenproportionen im Licht in Prozent.

(Bezogen auf den Sproß, d. h. Koleoptillänge: Sproßlänge \times 100.)

Versuch	Größte Längenproportion			Kleinste Längenproportion			Durchschnittliche Längenproportion		
	Gelb- hafer	Weiß- hafer	Weizen	Gelb- hafer	Weiß- hafer	Weizen	Gelb- hafer	Weiß- hafer	Weizen
1	4,82	8,26	1,9	1,24	5,03	0,47	2,17	6,41	0,93
2	6,71	13,54	3,94	1,58	3,77	1,1	2,93	6,18	2,1
3	3,94	7,89	3,9	0,99	2,13	0,52	1,8	4,15	0,94
4	5,16	12,09	3,64	3,45	6,28	1,48	5,47	9,08	3,03
Sa.	20,63	41,78	13,38	7,26	17,21	3,57	12,37	25,82	6,0
Durchschnitt	5,16	10,44	3,34	1,81	4,3	0,89	3,09	6,45	1,5

Längenproportion im Dunkeln nach anfänglicher
Belichtung in Prozent.

Versuch	Größte Längenproportion			Kleinste Längenproportion			Durchschnittliche Längenproportion		
	Gelb- hafer	Weiß- hafer	Weizen	Gelb- hafer	Weiß- hafer	Weizen	Gelb- hafer	Weiß- hafer	Weizen
1	13,47	35,42	9,14	4,02	5,37	3,73	6,12	9,43	4,63
2	22,16	42,76	14,55	5,41	13,33	6,25	12,45	29,15	9,2
3	30,1	43,92	27,21	5,63	10,29	2,33	13,74	24,94	8,31
4	35,29	45,14	25,62	10,71	28,57	3,8	20,44	38,46	9,76
Sa.	101,02	167,24	76,52	25,77	57,56	16,11	52,75	101,98	31,9
Durchschnitt	25,25	41,81	19,13	6,44	14,39	4,03	13,19	25,49	7,97

Längenproportionen im Dunkeln in Prozent.

Versuch	Größte Längenproportion			Kleinste Längenproportion			Durchschnittliche Längenproportion		
	Gelb- hafer	Weiß- hafer	Weizen	Gelb- hafer	Weiß- hafer	Weizen	Gelb- hafer	Weiß- hafer	Weizen
1	37,39	68,87	26,32	20,0	41,75	14,41	24,51	49,75	18,15
2	35,97	54,72	17,35	22,29	47,59	8,91	30,86	47,39	14,18
3	47,93	70,65	24,69	26,62	34,67	9,46	36,24	45,05	15,15
4	44,86	50,38	23,53	12,38	28,19	13,81	31,95	40,82	17,64
Sa.	166,15	244,62	91,89	81,29	152,2	46,59	123,56	183,01	65,12
Durchschnitt	41,54	61,15	22,97	20,32	38,05	11,65	40,89	45,75	16,28

Vergleichende Wachstumsbeschreibung bei verschiedenen Saattiefen.

Wir haben im vorigen Abschnitt festgestellt, daß das Licht beim Fichtelgebirgshafer deutlich eine Wachstumshemmung gegenüber dem etiolierten Sproß hervorbringt, während beim Gelbhafer der belichtete Sproß eine größere Streckung zu verzeichnen hat als der etiolierende. Der Fichtelgebirgshafer hat eine größere Tendenz zur Streckung im Dunkeln. Dies kommt auch deutlich zum Ausdruck, wenn wir die Keimung beider Sorten bei verschiedenen Saattiefen vor sich gehen lassen. Es zeigt sich dann, daß beim Fichtelgebirgshafer das Verhältnis zwischen dem Oberschichtkeimling und dem Tiefenkeimling durchwegs enger ist als

Erscheinen des Keims bei verschiedenen Saattiefen.

Tiefen- lage cm	Zahl der erschienenen Keime										
	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.		
	Tag										
1	—	9	10	—	—	—	—	—	—	Gelbhafer	
	—	6	8	—	—	—	9	—	—	Weißhafer	
2	—	6	10	—	—	—	—	—	—	Gelbhafer	
	—	5	8	9	—	—	—	—	—	Weißhafer	
3	—	4	7	9	—	—	—	—	—	Gelbhafer	
	—	8	9	10	—	—	—	—	—	Weißhafer	
4	—	—	9	10	—	—	—	—	—	Gelbhafer	
	—	—	8	9	—	—	—	—	—	Weißhafer	
5	—	—	7	10	—	—	—	—	—	Gelbhafer	
	—	—	6	9	—	—	—	—	—	Weißhafer	
6	—	—	3	9	10	—	—	—	—	Gelbhafer	
	—	—	6	10	—	—	—	—	—	Weißhafer	
7	—	—	4	9	—	—	—	—	—	Gelbhafer	
	—	—	1	8	—	9	—	—	—	Weißhafer	
8	—	—	—	5	6	—	—	—	—	Gelbhafer	
	—	—	1	5	9	10	—	—	—	Weißhafer	
9	—	—	—	3	7	8	9	10	—	Gelbhafer	
	—	—	—	5	7	10	—	—	—	Weißhafer	
10	—	—	—	2	5	10	—	—	—	Gelbhafer	
	—	—	—	3	7	8	9	—	—	Weißhafer	

Sproßlängen bei verschiedenen Saattiefen

(die Keimlinge waren 14 Tage alt — 16. 8.—30. 8. 1927).

v. Lochows Gelbhafer.

	Saattiefe in cm									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	20,2	15,9	20,3	19,3	18,5	18,3	18,4	13,3	12,1	9,9
	20,7	18,9	20,0	17,0	19,3	15,8	7,7	15,4	13,4	11,6
	16,0	17,8	9,1	18,6	14,8	14,2	13,5	15,5	14,3	12,4
	23,2	20,7	17,6	18,9	13,8	15,1	15,2	13,6	14,1	9,9
	21,1	16,4	18,9	16,7	18,4	20,1	14,5	15,1	6,0	10,4
	17,6	20,2	20,4	18,2	15,4	15,5	16,2	15,9	8,2	11,2
	22,6	19,9	18,9	16,3	18,3	13,1	16,5	—	14,6	10,6
	24,0	18,9	16,5	14,1	12,8	18,4	18,6	—	14,9	10,9
	10,1	21,4	19,7	20,2	17,8	20,2	15,6	—	14,7	12,7
	8,4	10,1	—	19,9	17,2	15,8	—	—	12,3	12,2
Sa. . .	183,9	190,2	161,4	179,2	166,3	166,5	136,2	88,8	124,6	111,8
Durchschnitt . .	18,39	19,02	17,93	17,92	16,63	16,65	15,13	13,8	12,46	11,18
Größte Pflanze .	24,0	21,4	20,4	20,2	19,3	20,2	18,6	15,9	14,9	12,7
Kleinste Pflanze	8,4	15,9	9,1	14,1	12,8	13,1	7,6	13,3	6,0	9,9

Fichtelgebirgshafer.

	Saattiefe in cm									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	9,2	18,4	14,8	16,2	15,1	15,9	16,0	7,4	12,2	12,0
	19,3	17,0	16,8	16,7	16,2	15,7	15,4	15,0	14,7	16,6
	16,7	17,6	20,7	17,7	16,6	14,4	17,2	13,8	15,2	9,6
	19,7	19,2	20,8	18,2	15,9	15,2	15,2	11,1	16,5	13,4
	19,5	16,9	18,8	17,0	16,8	11,9	14,4	12,0	7,7	12,6
	20,5	14,2	19,3	20,4	13,5	13,2	13,5	11,7	11,1	14,6
	20,9	16,7	20,0	18,8	15,5	17,5	15,5	12,4	13,6	17,0
	20,7	19,2	16,6	17,0	16,0	14,1	16,6	17,5	13,6	12,9
	17,9	15,9	17,5	9,7	18,0	17,6	11,6	14,0	12,5	14,2
	—	—	18,8	—	—	16,6	—	13,5	16,7	—
Sa. . .	164,4	155,1	184,1	151,7	143,6	152,1	134,4	128,4	133,8	122,9
Durchschnitt . .	18,27	17,23	18,41	16,86	15,96	15,21	14,93	12,84	13,38	13,66
Größte Pflanze .	20,9	19,2	20,8	20,4	18,0	17,6	17,2	17,5	16,7	17,0
Kleinste Pflanze	9,2	14,2	14,8	9,7	13,5	11,9	11,6	7,4	7,4	9,6

beim Gelbhafer. Mit anderen Worten: der Fichtelgebirgshafer durchbricht die Dunkelzone mit größerer Streckungsenergie als der Gelbhafer. Ob in diesem Verhalten sich die Ökologie beider Sorten widerspiegelt sei dahingestellt. Es mag aber hier daran erinnert werden, daß der Fichtelgebirgshafer in den beschatteten Tälern deutscher Mittelgebirge, v. Lochows Gelbhafer in der stark belichteten Mark die gedeihlichste Entwicklung finden.

Vergleichende Phänologie.

Wir haben in den vorigen Abschnitten nachgewiesen, daß der modifizierende Einfluß des Lichtes auf die Streckung bei beiden Hafersorten zahlenmäßig nachzuweisen ist. Daraus ist die Forderung abzuleiten, daß bei der Beurteilung von Vegetationsversuchen, die sich auf unsere beiden Hafersorten beziehen, der Faktor Licht zu berücksichtigen ist. Die verschiedenen Stellungen der beiden Sorten zum Licht können nicht ohne Einfluß bleiben, je nachdem weite oder enge Standweiten im Versuch stehen, je nachdem die Lichtmengen während des Versuches verteilt sind. Zieht man noch in Betracht, daß die Wärme ähnlich wie das Licht die Wachstumsenergie beider Sorten ungleich beeinflusst, dann haben wir eine Erklärung für die außerordentliche Variabilität der Vegetationsbilder. Daß eine wesentliche Änderung der Licht-Wärmezufuhr zu einer vollkommenen Umkehr des Verhältnisses der normalen Reifezeiten beider Sorten führen kann, dafür möchte ich folgendes Beispiel anführen. Beide Sorten, Fichtelgebirgshafer und v. Lochows Gelbhafer, wurden im zeitigen Frühjahr in Töpfe mit gleicher Erde und gleicher Bewässerung im Dahlemer Gewächshaus aufgestellt. v. Lochows Gelbhafer gelangte bedeutend rascher zur Rispenbildung als der Fichtelgebirgshafer und verschob die landläufige Ansicht von der Frühreife des Fichtelgebirghafers ins Gegenteil. Für den Fichtelgebirgshafer (Primitivform) war die geringe Lichtmenge bei konstant bleibender Temperatur offenbar „unharmonisch“ und es wäre interessant gewesen zu erfahren, ob eine Einschaltung kälterer Temperaturen nicht das Reifezeitverhältnis zugunsten des Fichtelgebirghafers verschoben hätte. Da ich meine Versuche vorläufig nicht auf ein drittes Vegetationsjahr ausdehnen kann, muß ich auf die Anstellung eines solchen Versuches verzichten. Vergleiche H. Raum (7): „Im Gegensatz zum späten Auflaufen

des Fichtelgebirgshafers steht sein frühzeitiges Schossen. In den bisher stets genannten Anbauversuchen der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft schoßte er um 1,2 Tage früher als der ihm zu-



Abb. 4. Aussaat 23. März 1928. Tag der Aufnahme des Bildes — 4. Juni. Durchschnittstemperatur des Gewächshauses 18—20° Celsius.

nächst stehende Leutewitzer und um 4,8 Tage eher als der spätest schossende Beseler Nr. 1, vom Tage der Saat an gerechnet. Die Ursache des raschen Schossens unserer Sorte liegt fraglos im Klima. Die Vegetationszeit setzt spät ein und schließt früh ab.“

Vergleichende Hungerproben.

Beide Sorten wurden zu vergleichenden Vegetationsbeobachtungen auf nährstoffarmem Bausand gezogen. Die Kornauslage erfolgte am 21. 6. 1927. Aus den Vegetationsnotizen geht hervor, daß am 14. 7. starke Hungererscheinungen bei beiden Arten (also

ziemlich gleichzeitig) eintraten („Spitzen abgestorben und braunrot verfärbt“). Am 12. 8. (demnach nach 52 Tagen) begann bei beiden Sorten — also wiederum gleichzeitig — die Rispenbildung. Bemerkenswert war die sehr starke Anthozyanbildung beim Fichtelgebirgshafer, die sich über zwei Internodien erstreckte und die den Fichtelgebirgshafer deutlich vom Gelbhafer unterscheiden ließ. Bei den Hungerkulturen wurde, um zu ermitteln, ob sie nach einer gewissen Zeit noch salpetersaure Salze in ihrem Zellsaft führen, am 12. 8. die Reaktion auf Nitrate mit Hilfe der Diphenylaminprobe ausgeführt. Die Probe war negativ. Ein gleicher Versuch wurde am 29. 4. 1927 bereits angesetzt. Am 26. 6. zeigten sich gleichzeitig bei beiden Sorten die ersten Rispen. Am 8. 7. wurde notiert: Die Rispen zeigen bei v. Lochows Gelbhafer ohne Ausnahme die Ausbildung nur eines einzigen Kornes, während bei nahezu der Hälfte der Fichtelgebirgshaferpflanzen zwei Körner, jedoch niemals mehr zu Ausbildung gelangt sind.

Die Versuche vom Jahre 1927 erfolgten bei starker Beschickung der Töpfe (20 Gelbhafer- und 18 Fichtelgebirgspflanzen kamen zum Auflaufen). Im Jahre 1928 wurde die Hungerkultur schwach beschickt (5 Pflanzen). Die Aussaat erfolgte am 8. März, die Rispenbildung bei v. Lochows Gelbhafer am 23. Mai, beim Weißhafer am 28. Mai. Die starke Verschiebung der normalen Reifezeiten blieb aber in diesem Jahr nicht nur auf die Hungerkultur beschränkt. Wir haben schon auf Seite 135 auf die stark verschobenen Verhältnisse bei der Normalkultur hingewiesen. Die starke Anthozyanbildung trat 1928 beim hungernden Fichtelgebirgshafer in gleichem Maße auf wie im Jahre 1927. Auch in einem weiteren Hungerversuch war beim Fichtelgebirgshafer eine sehr starke Anthozyanbildung zu beobachten.

Vergleichende Durstproben.

Der Fichtelgebirgshafer gilt als feuchtigkeitsliebend, v. Lochows Gelbhafer als trockenheitsbeständig. Bei der Einschaltung von Durstperioden läßt sich die landläufige Ansicht experimentell bestätigen.

Das Bild links zeigt v. Lochows Gelbhafer, rechts den Fichtelgebirgshafer. Die Pflanzen waren am 30. April 1927 ausgesät worden. Die Aufnahme erfolgte am 1. Juli. Der der Durstperiode

unterworfenen Fichtelgebirgshafer (am weitesten rechts) gelangte gegenüber seiner Kontrolle sichtbar in Hinterhand, während der Unterschied bei v. Lochows Gelbhafer nur gering ist.



Abb. 5.

Zur vergleichenden Physiologie der Keimung.

Den vergleichenden Keimversuchen lag die Frage zugrunde, ob es möglich ist, durch chemische Mittel die beiden Sorten voneinander physiologisch zu scheiden. Derartige Versuche wurden zunächst mit Schwefelsäure angestellt, deren Wirkung auf die Keimung von Gramineen schon von anderen Autoren überprüft wurde. Lemmermann und Fresenius (8) suchten für die Samen der verschiedenen Kulturpflanzen diejenigen Säuremengen zu ermitteln, die eine deutlich sichtbare schädigende Wirkung auf das Wachstum ausüben. Bei Verwendung von verhältnismäßig niedrigen Konzentrationen entstanden in den Versuchen von Lemmermann und Fresenius folgende Keimbilder:

	Säuregehalt				
	0 %	0,005 %	0,01 %	0,02 %	0,05 %
Roggen	nicht schädlich	nicht schädlich	nicht schädlich	schädlich	schädlich
Gerste	desgl.	desgl.	schädlich	"	"
Weizen	"	schädlich	"	"	"
Hafer	"	nicht schädlich	nicht schädlich	nicht schädlich	"

Der Hafer würde sich demnach als recht widerstandsfähig erweisen. Das Bild ändert sich aber sofort, sobald wir zu höheren Konzentrationen schreiten.

Vergleichende Keimversuche in Schwefelsäure.

Versuch I, beginnend am 2. 3. 1928.

	Keimprozent in den Konzentrationen									
	0	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,5
	Prozent									
Datum: 4. 3. 1928										
Roggen . . .	100	100	90	70	40	70	60	50	30	30
Weizen . . .	80	100	100	90	40	—	20	10	—	—
Gerste . . .	90	100	80	90	—	—	10	—	—	—
Gelbhafer . .	60	70	95	80	5	—	—	—	—	—
Weißhafer . .	65	75	60	80	30	—	—	—	—	—
Datum: 5. 3. 1928										
Roggen . . .	100	100	90	100	100	70	60	70	70	50
Weizen . . .	100	100	100	100	60	40	30	30	50	—
Gerste . . .	100	100	80	90	—	—	10	—	—	—
Gelbhafer . .	80	80	95	90	45	—	—	—	—	—
Weißhafer . .	95	100	75	95	75	20	5	—	—	—
Datum: 6. 3. 1928										
Roggen . . .	100	100	90	100	100	70	60	70	70	50
Weizen . . .	100	100	100	100	60	40	30	30	50	—
Gerste . . .	100	100	90	90	—	—	10	—	—	—
Gelbhafer . .	90	85	95	95	45	—	—	—	—	—
Weißhafer . .	100	100	85	95	75	30	10	—	—	—
Datum: 7. 3. 1928										
Roggen . . .	100	100	90	100	100	70	60	70	70	50
Weizen . . .	100	100	100	100	70	40	40	30	50	—
Gerste . . .	100	100	90	90	—	—	10	—	—	—
Gelbhafer . .	90	85	95	95	45	5	5	—	—	—
Weißhafer . .	100	100	85	100	85	30	10	—	—	—
Datum: 9. 3. 1928										
Roggen . . .	100	100	90	100	100	70	60	70	70	50
Weizen . . .	100	100	100	100	70	40	40	40	50	—
Gerste . . .	100	100	90	90	—	—	10	—	—	—
Gelbhafer . .	90	85	95	95	45	5	5	—	—	—
Weißhafer . .	100	100	90	100	85	30	10	—	—	—

Versuch II, beginnend am 10. 3. 1928.

	Keimprozent in den Konzentrationen										
	0	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,5	1
	Prozent										
Datum: 12. 3. 1928											
Roggen . . .	90	90	90	100	100	90	70	70	90	50	—
Weizen . . .	70	80	60	90	90	30	—	—	—	—	—
Gerste . . .	70	90	80	80	80	10	20	—	—	—	—
Gelbhafer . .	70	70	100	40	50	—	—	—	—	—	—
Weißhafer . .	80	60	70	60	20	—	—	—	—	—	—
Datum: 13. 3. 1928											
Roggen . . .	100	90	90	100	100	90	70	70	90	70	20
Weizen . . .	100	90	100	100	90	80	50	40	40	—	—
Gerste . . .	90	90	90	90	90	10	20	—	—	—	—
Gelbhafer . .	90	90	100	90	90	10	—	—	—	—	—
Weißhafer . .	100	90	100	100	100	20	10	—	—	—	—
Datum: 14. 3. 1928											
Roggen . . .	100	100	90	100	100	90	70	70	90	70	20
Weizen . . .	100	90	100	100	100	100	50	40	50	—	—
Gerste . . .	90	90	90	90	90	10	20	—	—	—	—
Gelbhafer . .	100	100	100	100	90	10	—	—	—	—	—
Weißhafer . .	100	100	100	100	100	40	10	20	—	—	—
Datum: 15. 3. 1928											
Roggen . . .	100	100	90	100	100	90	70	70	90	70	30
Weizen . . .	100	90	100	100	100	100	50	40	50	—	—
Gerste . . .	90	90	90	90	90	10	20	—	—	—	—
Gelbhafer . .	100	100	100	100	90	10	—	—	—	—	—
Weißhafer . .	100	100	100	100	100	40	20	20	—	—	—
Datum: 16. 3. 1928											
Roggen . . .	100	100	90	100	100	90	70	70	100	70	30
Weizen . . .	100	100	100	100	100	100	50	40	50	—	—
Gerste . . .	90	90	90	90	90	10	20	—	—	—	—
Gelbhafer . .	100	100	100	100	90	10	—	—	—	—	—
Weißhafer . .	100	100	100	100	100	40	20	20	—	—	—

Versuch III, beginnend am 17. 3. 1928.

	Keimprozent in den Konzentrationen										
	0	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,5	1
	Prozent										
Datum: 19. 3. 1928											
Roggen . . .	100	100	100	80	90	90	100	70	50	60	—
Weizen . . .	100	90	100	100	80	60	30	30	20	10	—
Gerste . . .	100	90	80	90	80	—	—	—	—	—	—
Gelbhafer . .	80	60	90	80	90	—	—	—	—	—	—
Weißhafer . .	90	80	90	90	80	40	—	—	—	—	—
Datum: 20. 3. 1928											
Roggen . . .	100	100	100	90	90	90	100	70	50	60	30
Weizen . . .	100	100	100	100	100	80	50	40	20	10	—
Gerste . . .	100	90	90	90	90	—	—	—	—	—	—
Gelbhafer . .	90	70	90	80	90	—	—	10	—	—	—
Weißhafer . .	100	90	90	90	100	40	10	10	10	—	—
Datum: 21. 3. 1928											
Roggen . . .	100	100	100	100	100	90	100	70	50	60	30
Weizen . . .	100	100	100	100	100	80	50	40	20	10	—
Gerste . . .	100	100	100	90	90	—	—	—	—	—	—
Gelbhafer . .	90	80	90	80	90	—	—	10	—	—	—
Weißhafer . .	100	90	90	90	100	40	10	10	10	—	—

Versuch IV, beginnend am 24. 3. 1928.

	Keimprozent in den Konzentrationen										
	0	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,5	1
	Prozent										
Datum: 26. 3. 1928											
Roggen . . .	100	90	90	100	90	60	70	90	90	60	—
Weizen . . .	90	100	80	90	100	60	50	50	40	10	—
Gerste . . .	100	90	90	70	100	30	40	10	—	—	—
Gelbhafer . .	80	70	60	70	80	40	10	—	—	—	—
Weißhafer . .	60	60	90	80	70	20	—	—	—	—	—
Datum: 27. 3. 1928											
Roggen . . .	100	90	90	100	100	60	90	90	90	60	10
Weizen . . .	90	100	90	90	100	90	60	70	50	40	—
Gerste . . .	100	90	90	70	100	30	60	10	—	—	—
Gelbhafer . .	80	80	80	90	90	60	10	10	—	—	—
Weißhafer . .	80	70	100	100	90	40	50	10	—	—	—

	Keimprocente in den Konzentrationen										
	0	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,5	1
	Prozent										
Datum: 28. 3. 1928											
Roggen . . .	100	90	100	100	100	60	100	90	90	60	10
Weizen . . .	90	100	100	90	100	90	60	70	50	40	—
Gerste . . .	100	90	90	70	100	30	60	10	—	—	—
Gelbhafer . .	80	80	80	90	90	80	10	10	—	—	—
Weißhafer . .	80	100	100	100	90	40	60	10	—	—	—
Datum: 29. 3. 1928											
Roggen . . .	100	90	100	100	100	70	100	90	90	60	10
Weizen . . .	90	100	100	90	100	90	60	70	50	40	—
Gerste . . .	100	90	90	70	100	30	60	10	—	—	—
Gelbhafer . .	80	80	80	90	90	80	10	10	—	—	—
Weißhafer . .	80	100	100	100	90	40	60	10	—	—	—

Aus den viermal wiederholten Versuchsreihen geht hervor, daß der Roggen sehr widerstandsfähig gegen die Säure ist, selbst gegen Konzentrationen, die 0,1 % überschreiten, daß hingegen gegen die letztgenannten Säuremengen der Hafer nicht mehr aufkommt. Weiterhin zeigt sich in den Versuchsreihen sehr deutlich, daß der Fichtelgebirgshafer noch sichtbar höhere Mengen verträgt, als v. Lochows Gelbhafer. Addiert man zum Beispiel die Keimprocente in 0,1 %iger Schwefelsäure, am jeweils letzten Zähltag, so kommt zwischen v. Lochows Gelbhafer und dem Fichtelgebirgshafer ein Keimverhältnis von 10:18 heraus. In 0,25 %iger Schwefelsäure haben nur noch Roggen und Weizen ansehnliche Keimprocente zu verzeichnen, während die Keimzahl bei den anderen Gramineen verschwindend gering bleibt.

Keimversuche mit Methylalkohol.

Keimversuche mit Methylalkohol wurden schon öfter durchgeführt, zuletzt von W. Munkelt (9). Die folgenden Versuche wurden in Petrischalen durchgeführt.

Versuch I, beginnend am 21. 1. 28.

	Keimzahlen bei Konzentrationen von									
	0	1	2	3	4	5	6	8	10	
	Prozent									
Datum: 25. 1. 28.										
Gelbhafer	9	13	2	1	—	—	—	—	—	
Weißhafer	20	15	7	3	—	2	1	1	—	
Datum: 27. 1. 28.										
Gelbhafer	10	15	2	1	1	2	1	—	1	
Weißhafer	20	18	15	4	4	7	3	1	—	

Wir können bei höheren Konzentrationen deutlich eine Überlegenheit des Fichtelgebirgshafers in der Bewältigung stärkeren Methylalkohols verfolgen.

Versuch II, beginnend am 28. 1. 28.

	Keimzahlen bei Konzentrationen von						
	0	1	2	3	4	5	
	Prozent						
Datum: 30. 1. 28.							
Gelbhafer	2	9	6	4	1	—	—
Weißhafer	10	9	11	8	9	7	—
Datum: 1. 2. 28.							
Gelbhafer	7	10	10	10	3	3	—
Weißhafer	12	13	16	15	11	15	—
Datum: 3. 2. 28.							
Gelbhafer	11	10	11	10	3	7	—
Weißhafer	14	15	18	18	12	17	—

Auch in diesem Versuch zeigt sich das stärkere Durchhalten des Fichtelgebirgshafers gegenüber höheren Methylalkoholkonzentrationen.

Die oben angeführten Zahlen beziehen sich auf die gekeimten Körner, noch deutlicher wird der Unterschied, wenn wir die Zählung erst mit dem Austreiben der Koleoptilen beginnen. Um einen Überblick über das Nachlassen der Guttation zu gewinnen, wurde die Zahl der in den betreffenden Konzentrationen angetroffenen Guttationstropfen mitgezählt.

Koleoptilenzahl und Guttationszahl bei Versuch I.

	Zahl der ausgetriebenen Koleoptilen, in Klammern Guttationstropfen bei Konzentrationen von								
	0	1	2	3	4	5	6	8	10
	Prozent								
Datum: 25. 1. 28.									
Gelbhafer	8 (6)	12 (7)	—	—	—	—	—	—	—
Weißhafer	10 (5)	3 (2)	—	—	—	—	—	—	—
Datum: 27. 1. 28.									
Gelbhafer	9 (9)	14 (17)	1 (0)	—	—	—	—	—	—
Weißhafer	20 (17)	15 (10)	3 (0)	—	—	—	—	—	—

Koleoptilenzahl und Guttationszahl bei Versuch II.

	Zahl der ausgetriebenen Koleoptilen, in Klammern Guttationstropfen bei Konzentrationen von					
	0	1	2	3	4	5
	Prozent					
Datum: 30. 1. 28.						
Gelbhafer	—	—	—	—	—	—
Weißhafer	—	—	—	—	—	—
Datum: 1. 2. 28.						
Gelbhafer	3 (0)	9 (0)	6 (0)	3 (0)	2 (0)	1 (0)
Weißhafer	4 (0)	6 (0)	4 (0)	4 (0)	1 (0)	—
Datum: 3. 2. 28.						
Gelbhafer	9 (5)	10 (11)	10 (13)	9 (8)	4 (4)	3 (2)
Weißhafer	12 (12)	12 (11)	15 (25)	18 (19)	11 (8)	12 (9)

Vergleichsweise wurde zu gleicher Zeit ein Versuch mit Äthylalkohol durchgeführt.

Versuch Ia.

	Keimzahlen bei Konzentrationen von								
	0	1	2	3	4	5	6	8	10
	Prozent								
Datum: 25. 1. 28.									
Gelbhafer	9	5	4	1	—	—	—	—	—
Weißhafer	20	6	5	6	5	—	—	—	—
Datum: 27. 1. 28.									
Gelbhafer	9	7	6	1	—	—	1	—	—
Weißhafer	20	7	11	12	7	4	—	1	—

Versuch IIa.

	Keimzahlen bei Konzentrationen von					
	0	1	2	3	4	5
	Prozent					
Datum: 30. 1. 28.						
Gelbhafer	2	—	—	—	—	—
Weißhafer	10	4	—	—	—	—
Datum: 1. 2. 28.						
Gelbhafer	7	2	7	2	1	1
Weißhafer	12	10	7	7	5	5
Datum: 3. 2. 28.						
Gelbhafer	11	4	7	5	1	1
Weißhafer	14	14	7	7	5	5

Koleoptilenzahl und Guttationszahl bei Versuch Ia.

	Zahl der ausgetriebenen Koleoptilen, in Klammern Guttationstropfen bei Konzentrationen von								
	0	1	2	3	4	5	6	8	10
	Prozent								
Datum: 25. 1. 28.									
Gelbhafer	8 (6)	—	—	—	—	—	—	—	—
Weißhafer	10 (5)	—	—	—	—	—	—	—	—
Datum: 27. 1. 28.									
Gelbhafer	9 (9)	5 (0)	1 (0)	—	—	—	—	—	—
Weißhafer	20 (17)	7 (0)	1 (0)	—	—	—	—	—	—

Koleoptilenzahl und Guttationszahl bei Versuch IIa.

	Zahl der ausgetriebenen Koleoptilen, in Klammern Guttationstropfen bei Konzentrationen von					
	0	1	2	3	4	5
	Prozent					
Datum: 30. 1. 28.						
Gelbhafer	—	—	—	—	—	—
Weißhafer	—	—	—	—	—	—
Datum: 1. 2. 28.						
Gelbhafer	3 (0)	—	—	—	—	—
Weißhafer	4 (0)	—	—	—	—	—
Datum: 3. 2. 28.						
Gelbhafer	9 (5)	1 (0)	—	—	—	—
Weißhafer	12 (12)	10 (0)	—	—	—	—

Keimversuch mit Methylalkohol im Dunkeln,
beginnend am 8. 2. 1928.

	Keimzahlen bei Konzentrationen von					
	0	1	2	3	4	5
	Prozent					
Datum: 10. 2. 28.						
Gelbhafer	9	6	6	4	2	7
Weißhafer	13	14	12	12	13	6
Datum: 13. 2. 28.						
Gelbhafer	13	15	12	11	10	12
Weißhafer	17	16	20	16	18	18
Datum: 16. 2. 28.						
Gelbhafer	13	16	13	11	11	15
Weißhafer	18	17	20	16	18	18

Koleoptilenzahl und Guttationszahl.

	Zahl der ausgetriebenen Koleoptilen, in Klammern Guttationstropfen bei Konzentrationen von					
	0	1	2	3	4	5
	Prozent					
Datum: 10. 2. 28.						
Gelbhafer	1 (0)	—	—	—	—	—
Weißhafer	—	—	—	—	—	—
Datum: 13. 2. 28.						
Gelbhafer	11 (6)	13 (3)	11 (5)	8 (3)	6 (0)	10 (3)
Weißhafer	11 (4)	16 (6)	15 (6)	12 (9)	10 (0)	12 (2)
Datum: 16. 2. 28.						
Gelbhafer	13 (8)	16 (1)	13 (4)	11 (7)	11 (7)	14 (11)
Weißhafer	18 (6)	17 (9)	20 (14)	16 (10)	17 (11)	18 (8)

Bei Durchführung des Versuches im Dunkeln zeigt sich die sehr bemerkenswerte Tatsache, daß zahlreiche Guttationsfälle bei beiden Sorten bis in hohe Konzentrationen hinauf zu verzeichnen sind. Dieser sich durch die ganze Versuchsreihe fortsetzende Zug wäre einer eingehenden Prüfung wert. Es ist seit langer Zeit bekannt, daß die Pflanze im Gegensatz zu Mensch und

Tier Methylalkohol zu Zucker verarbeiten kann. So schreibt Bokorny (10): „Die Möglichkeit einer organischen Ernährung besteht somit auch bei grünen Pflanzenzellen; ihre Chlorophyllapparate setzen Stärke an, wenn ihnen künstlich Zucker, Glyzerin, Methylalkohol usw. zugeführt wird.“ In einem anderen Zusammenhang führt der gleiche Verfasser (11) über den Methylalkohol aus: „Außerdem steht er dem Formaldehyd nahe, in den er faktisch ziemlich leicht durch Oxydation übergehen kann, und tritt dadurch, weil der Formaldehyd das wahrscheinliche Zwischenglied bei der Kohlensäureassimilation ist, in nahe Beziehung zu dem fundamentalsten aller physiologischen Vorgänge, der täglichen Erzeugung von Pflanzensubstanz aus Kohlensäure.“ Auch W. Munkelt (9) weist darauf hin, daß die Pflanze Methylalkohol als Kohlenstoffquelle benutzen kann, und ihn bis zu einer Konzentration von 4% gut, bis 8% überhaupt ertragen kann.

Es wäre eine sehr dankenswerte Aufgabe, der Frage nachzugehen, ob die Umwandlung des Methylalkohols in Zucker bei Dunkelkeimlingen rascher vor sich geht als im Lichte, was eine erhöhte Saugkraft und demzufolge eine erhöhte Guttationsfreudigkeit nach sich zöge.

Vergleichsweise wird die Tabelle beigefügt, die die Keimung der beiden Hafersorten in Äthylalkohol im Dunkeln beleuchtet. In Äthylalkohol läßt die Keimung sehr bald nach.

Keimversuch mit Äthylalkohol im Dunkeln,
beginnend am 8. 2. 1928.

	Keimzahlen bei Konzentrationen von					
	0	1	2	3	4	5
	Prozent					
Datum: 10. 2. 28.						
Gelbhafer	9	5	—	—	—	—
Weißhafer	13	1	2	1	—	—
Datum: 13. 2. 28.						
Gelbhafer	13	8	2	2	—	2
Weißhafer	17	14	6	6	4	3
Datum: 16. 2. 28.						
Gelbhafer	13	15	2	2	—	3
Weißhafer	18	17	8	7	7	7

Koleoptilenzahl und Guttationszahl.

	Zahl der ausgetriebenen Koleoptilen, in Klammern Guttationstropfen bei Konzentrationen von					
	0	1	2	3	4	5
	Prozent					
Datum: 10. 2. 28.						
Gelbhafer	1 (0)	—	—	—	—	—
Weißhafer	—	—	—	—	—	—
Datum: 13. 2. 28.						
Gelbhafer	11 (6)	—	—	1 (0)	—	—
Weißhafer	11 (4)	—	—	—	—	—
Datum: 16. 2. 28.						
Gelbhafer	13 (8)	13 (1)	—	1 (0)	—	—
Weißhafer	18 (6)	15 (0)	—	—	—	—

In weiteren Keimversuchen wurden zu Nährlösungen steigende Mengen von Natriumchlorid gegeben. Der Zusatz von Natriumchlorid zu Nährlösungen ist ein bewährtes diagnostisches Mittel. Je weniger eine Pflanze Strandpflanze, Meerespflanze, Alkalipflanze ist, um so schädlicher wirken Zugaben von Natriumchlorid. Die von F. Merckenschlager (3) an verschiedenen Kulturpflanzen durchgeführte Kochsalzprobe habe ich auf den Hafer ausgedehnt und dabei gefunden, daß der Hafer eine echte Kontinentalpflanze (und zwar eine Pflanze der süßwasserreichen Teile der Kontinente) ist. Fichtelgebirgshafer und v. Lochows Gelbhafer wurden in Petrischalen zur Keimung ausgelegt, deren Fließpapierbelag mit Nährlösungen und wechselnden Mengen von Natriumchlorid getränkt war. Als Vergleichspflanze diente der Weizen (Bethges Weizen). Es zeigte sich in allen durchgeführten Versuchen, daß der Hafer in Knopscher Nährlösung mit stärkeren Konzentrationen stärker nachläßt als der Weizen und zwar unter den beiden Hafersorten der Fichtelgebirgshafer stärker als v. Lochows Gelbhafer.

Abb. 6 zeigt in der oberen Reihe den Weizen, in der mittleren den Fichtelgebirgshafer und unten v. Lochows Gelbhafer. Von links nach rechts ist die Reihenfolge: Knopsche Nährlösung ohne NaCl-Zusatz, Knop + 0,1 % NaCl, Knop + 0,3 % NaCl und Knop + 1 % NaCl.

Die Wirkung des Natriumchloridzusatzes tritt am besten bei einem Vergleich der Koleoptilenbildung in Knop + 0,3 % NaCl hervor.



Abb. 6.

Dieselbe Abstufung wird erhalten bei Verwendung der van der Cronischen Nährlösung an Stelle der Knopschen. Gibt man jedoch gleiche Gewichtsmengen von Natriumsulfat statt Natriumchlorid, so wird der Abstand zwischen den Arten und den Sorten wesentlich geringer. Uns kommt es in der vergleichenden Physiologie und Pathologie der Kulturpflanzen in der Hauptsache auf den Abstand an.



Abb. 7.

Abb. 7 zeigt die Keimverhältnisse in derselben Anordnung wie Abb. 6. (Obere Reihe Bethges Weizen, mittlere Reihe Fichtelgebirgshafer, untere Reihe v. Lochows Gelbhafer. Von links nach rechts: van der Cronische Nährlösung ohne Na_2SO_4 -Zusatz, van der Crone + 0,1 % Na_2SO_4 , van der Crone + 0,3 % Na_2SO_4 , van der Crone + 1 % Na_2SO_4 .)

Es ergab sich demnach nur bei Verwendung von Natriumchlorid ein größerer Abstand zwischen Weizen und Hafer. Der Hafer steht sehr weit von der Gruppe der Salzpflanzen. Er ist, wie wir noch sehen werden, das Gegenbild einer Salzpflanze. Da in diesen Keimversuchen die Wirkung der Salzzugabe sich weniger aus den Keimzahlen als aus den Keimgrößen ersehen läßt, soll hier von einer vollen Wiedergabe der Protokolle abgesehen werden.

Vergleichende Wasserkulturen.

Die Aufzucht der Haferkeimlinge in Wasserkultur ist nicht leicht. Wenn die Übertragung der jungen Pflänzchen aus dem Keimbett in die Wasserkultur zur Zeit einer Hitzeperiode vorgenommen wird, so pflegen sich bald schwere Schäden zu zeigen. Bei Anwendung stärkerer und stärkster Salzkonzentrationen (die „Salzkonzentrationsprobe“ nach F. Merckenschlager) erscheinen am Hafer rasch Chlorophylldefekte, rascher als bei den anderen Gramineen. Der Hafer ist salzempfindlich. Deutlich zeigt sich, daß bei v. Lochows Gelbhafer eine stärkere Knopplösung schädlicher wirkt als beim Fichtelgebirghafer, bei Verwendung starker Konzentrationen der Lösung von van der Crone kehrt sich der Abstand um.

Hafer und Weizen in Knopscher und van der Cronescher Nährlösung

(die im Versuch stehenden Pflanzen wurden am 14. 5. 1927 in Bausand vorgezogen und am 30. 5. 1927 in die Nährlösung gebracht).

Lösung	Konzentration	Beobachtungen vom 14. 6. 1927	
Knop	normal	Gelbhafer	Pflz. 1 am ersten Blatt Salzausscheidungen.
"	"	"	" 2 Salzausscheidungen am ersten und zweiten Blatt. Bei beiden Pflanzen Chloroseerscheinungen.
"	"	Weißhafer	" 1 leichte Chlorose.
"	"	"	" 2 " "
"	"	Weizen	" "
van der Crone	normal	Gelbhafer	Pflz. 1 am ersten und zweiten Blatt Salzausscheidungen.
"	"	"	" 2 Salzausscheidungen nur am zweiten Blatt.
"	"	Weißhafer	" 1 Salzausscheidungen an allen drei Blättern.
"	"	"	" 2 Salzausscheidungen an allen drei Blättern.
"	"	Weizen	keine Salzausscheidungen.

Lösung	Konzentration	Beobachtungen vom 14. 6. 1927	
Knop	3fach	Gelbhafer	Pflz. 1 sichtbare Chlorophylldefekte.
"	"	"	" 2 " "
"	"	Weißhafer	" 1 " "
"	"	"	" 2 " "
"	"	Weizen	keine Beschädigungen, bis auf eine leichte Chlorose am dritten Blatt.
van der Crone	3fach	Gelbhafer	Pflz. 1 Salzausscheidungen am zweiten Blatt, sonst leichte Chlorosen.
"	"	"	" 2 dasselbe.
"	"	Weißhafer	" 1 keine eigentlichen Chlorophylldefekte, leichte Chlorose.
"	"	"	" 2 erstes Blatt stark beschädigt.
"	"	Weizen	leichte Chlorose am dritten Blatt.
Knop	5fach	Gelbhafer	Pflz. 1 starke Chlorophylldefekte.
"	"	"	" 2 " "
"	"	Weißhafer	" 1 Defekte bedeutend geringer als beim Gelbhafer, der gleicher Konzentration ausgesetzt ist.
"	"	"	" 2 dasselbe.
"	"	Weizen	leichte Chlorose, sonst gesund.
van der Crone	5fach	Gelbhafer	Pflz. 1 erstes Blatt grün und gesund, Blattzustand bis auf Spitzendürre an einem Blatt gut.
"	"	"	" 2 Blattzustand gut.
"	"	Weißhafer	" 1 stärkere Schäden als beim Gelbhafer gleicher Konzentration.
"	"	"	" 2 dasselbe.
"	"	Weizen	leichte Chlorose am dritten Blatt.

Die Neigung des Hafers zur Chlorose in Wasserkulturen erschwert die Aufzucht. Die Erfahrung, die Oswald Richter (12) mit Reis machte, bevor er zur Aufstellung des Wasserkulturrezeptes für die Reispflanze gelangte, scheint eine ähnliche gewesen zu sein. Oswald Richter hat, nach vielen vergeblichen Versuchen, den Reis in Wasserkulturen hochzubringen, durch die Hereinnahme des Mohrschen Salzes in sein Nährsalzgemisch das richtige Rezept für die Reispflanze gefunden. Er schreibt: „Soweit waren meine Untersuchungen gediehen, als mir Molischs hochinteressante Beobachtungen in Japan III—IX zukamen, von denen mich besonders Abhandlung VIII, ‚Die Eisenorganismen in Japan‘, in bezug auf meine Versuchsversager zu fesseln begann.

Erwiesen sich doch gerade die Reisfelder Japans als die idealsten Fundstellen für nahezu alle Eisenorganismen. Oft ist

das Wasser der Reisfelder quadratmeterweit mit Eisenbakterienwatten bedeckt. Überdies zeigte Molisch, daß die Wurzel von *Oryza sativa* die Fähigkeit besitzt, die anderen im Reisfelde auch wachsenden Pflanzen abgeht, sich ganz mit Eisenoxyd zu bedecken und Eisen direkt in die Wurzelhaarmembran einzulagern.

Das war nun des Rätsels Lösung, das fühlte ich ganz instinktiv.

Eine Spur Eisen läßt den Reis nahezu noch ebenso chlorotisch werden und im Zusammenhang hiermit kleinbleiben wie der völlige Mangel von Eisen in der Nährlösung. Erst Mengen von 0,2 pro Mill. Mohrsalz (gleich 0,03 pro Mill. Fe) ermöglichten üppigste Entwicklung. Es zeigt sich also, daß das Bedürfnis des Reises für in der Nährlösung gebotenes Eisen das anderer Kulturpflanzen weit übertrifft. Reis ist also in der Tat ferrophil.“

Zieht man in Betracht, daß die Überschwemmungsgebiete Ostasiens gespeist werden von den gelben Flüssen, die ihren Namen vom Ocker haben, so erscheint die Ferrophilie der Reispflanze in einem interessanten Lichte. Zwischen dem Hafer und dem Reis gibt es offenkundig physiologische Beziehungen, die wir hier — zunächst rein theoretisch — darlegen wollen.

1. Sowohl der Reis als auch der Hafer sind wasserbedürftig und können eine hohe Bodenfeuchtigkeit bemerkenswert gut vertragen (F. Merckenschlager (3) schreibt dem Hafer geradezu den Charakter einer Sumpfpflanze zu).

2. Vom Hafer ist seit einiger Zeit bekannt, daß das Mangan unter gewissen Umständen eine hervorragende Aktivität bei seinen Wachstumsvorgängen entfaltet, unabhängig von der Reaktion der Mangansalze. Vom Reis wird ganz neuerdings dasselbe behauptet (13). Die Rolle des Mangans im Stoffwechsel gewisser Arten wurde bekanntlich von Oskar Loew (14) im Jahre 1903 zuerst studiert während der Tätigkeit dieses Forschers in Ostasien.

Alle diese Erwägungen regten zu Wasserkulturversuchen mit Hafer in der Richterschen Nährlösung an. Die Versuche erfolgten in dreifacher Wiederholung. Es zeigte sich zunächst übereinstimmend, daß der Hafer bei hohen Gaben von Mohrschem Salz (1 g Mohrsches Salz auf 1000 ccm Nährlösung) ganz empfindlich litt und sehr viel rascher einging als die Gerste, die als Versuchspflanze gewählt wurde. In der hohen Konzentration des Mohrschen Salzes (1 pro Mill.) traten die Schadbilder zeitlich wie folgt auf:

Auftreten der Schadbilder in hohen Konzentrationen.

Auslage der Körner	Einsetzen der Keimlinge in die Lösung	Auftreten der ersten Schäden
10. 5.	24. 5.	11. 6.
11. 6.	23. 6.	30. 6.
26. 7.	4. 8.	12. 8.



Abb. 8. Haferkörner eingekieimt am 21. 4. 1928. Pflanzen in Nährkultur gebracht am 7. 6. 1928. Pflanzen photographiert am 6. 7. 1928 (76 Tage alt).

Die Schäden traten auf bei Fichtelgebirgshafer und bei v. Lochows Gelbhafer, die Gerste hatte, als am Hafer die ersten Schäden sichtbar wurden, noch keine Chlorophylldefekte. Der Hafer ist demnach nicht als besonders resistent gegen hohe Konzentrationen des Mohrschen Salzes zu bezeichnen. Bei Verwendung gemäßigter Konzentrationen des Mohrschen Salzes zeigte sich indessen eine außerordentlich begünstigte, gesunde Frühentwicklung beider Hafersorten. Die Aufzuchten blieben bei Verwendung von 0,04 und 0,06 pro Mill. des Mohrschen Salzes grün und frohwüchsig und blieben ohne Chlorophyllschäden. Mir war es lediglich um Unterdrückung der Schäden zu tun, die sich sonst in Wasserkulturen bei Hafer einzustellen pflegen. Ich dehnte infolgedessen die Kulturversuche nur bis zu einem gewissen Stadium aus, um ihre

Wiederholung besser überwachen zu können. Herr Dr. A. Scheibe hat von mir in Bearbeitung ganz anderer Fragestellungen, die sich im wesentlichen in entwicklungs-physiologischer Richtung bewegen, das Richtersche Rezept übernommen und damit in Wasserkultur einen ausgezeichneten Haferwuchs erzielt. Da mir die Zeit nicht bleibt, die Versuche in eine neue Vegetationsperiode hinüberzutragen, hatte Herr Dr. Scheibe die Freundlichkeit, mir ein Lichtbild seiner Haferversuche zu überlassen (Abb. 8).

Die Richtersche Nährlösung hat folgende Zusammensetzung:

1000	H ₂ O
0,5	Ca(NO ₃) ₂
0,2	KNO ₃
0,2	KH ₂ PO ₄
0,25	MgSO ₄ .

Der vorstehenden Stammlösung wurde das Mohrsche Salz [FeSO₄ + (NH₄)₂SO₄ + 6 H₂O] in folgenden Konzentrationen hinzugefügt: 0; 0,01‰; 0,02‰; 0,03‰; 0,04‰; 0,06‰; 0,08‰; 0,1‰; 0,2‰; 0,3‰; 0,5‰; 1‰.

Um die Wachstumsgrößen in den verschiedenen Lösungen gewichtsmäßig erfassen zu können, wurde bei der dritten Wiederholung des Versuches mit Richterscher Nährlösung am 23. 8. 1928 das Sproßgewicht von je zwei Pflanzen gewogen.

Bestimmung des frischen Sproßgewichtes von je zwei Pflanzen in Milligramm.

Konzentration des Mohrsalzes	Weißhafer	Gelbhafer	Gerste
0	780	605	965
0,01	1135	1155	1720
0,02	1940	2012	1835
0,03	2110	2750	1570
0,04	2450	2600	2470
0,06	1960	1330 ¹⁾	1900
0,08	1470	1850	1500
0,1	1510	1510	1600
0,2	1265	1350	2020
0,3	910	1160	1450
0,5	600	855	1270

¹⁾ In der Konzentration von 0,06‰ Mohrsalz wurde bei v. Lochows Gelbhafer nur das Gewicht einer Pflanze festgestellt.

Aus der Tabelle geht hervor, daß das Optimum sowohl beider Hafersorten, wie auch der Gerste bei 0,04‰ des Mohrsalzes liegt, daß aber, was das Wesentliche ist, der Anstieg des Frischgewichtes beim Hafer mit der Zunahme der Konzentration des Mohrsalzes bedeutend steiler als bei der Gerste ist. Mit weiterer Zunahme der Konzentration fällt die Kurve beim Hafer ganz bedeutend ab, es dürfte dies im Zusammenhang mit der allgemeinen Salzempfindlichkeit des Hafers stehen. Zusammenhänge mit der Ferrophilie sind hier nicht mehr aufzuzeigen.

Vergleichende Guttationsphysiologie.

Daß nicht alle Pflanzenarten guttieren, ist schon lange bekannt. E. Stahl (15) hat die guttierenden Arten näher untersucht und glaubt Beziehungen zur Biologie der Exkrete zu finden. C. Montfort (16) betrachtet die Guttation vor allem als Ausdruck der Wasserbilanz. Mit der Guttation der Kulturpflanzen beschäftigte sich F. Merckenschlager (17). Die Tatsache, daß der trockenheitsresistente Buchweizen schon im Keimlingsstadium stark guttiert (die Keimblätter haben vier oder fünf Guttationsstellen) und diese Guttation auch an den Laubblättern beibehält, brachte ihn auf den Gedanken, daß für den Flachwurzler Buchweizen die Guttation nicht nur die Äußerung eines Überdruckes sei, sondern auch eine physiologische Funktion darstelle, indem der starke Wasseraustritt rückwirkend die Saugkräfte erhöhe, wodurch den Flachwurzlern neues Bodenwasser (mit Nährstoffen) zuströmt (Stoffwechselbelebung). Die Lupine (Tiefwurzlerin) guttiert nicht. Für diese Pflanze ist bald das Wasser tieferer Schichten erreichbar. Es gibt Arten, die nur in der Jugend guttieren (die vier Hauptgetreidearten, Sellerie u. a.). Wenn die vier Hauptgetreidearten unter derselben Luftfeuchtigkeit aufwachsen, und wenn dann trockene Tage kommen, stellt zuerst der Hafer die Guttation ein. Der Hafer hat, wie in einem späteren Kapitel dargestellt wird, die geringste Saugkraft. Roggenkeimlinge auf alkalischen Böden guttieren später als solche auf sauren Böden (W. Munkelt, 9), wenn man die Pflänzchen in wasserdampfgesättigten Raum bringt. Die Guttation zeigt eine große Abhängigkeit vom Substrat. Keimlinge der vier Hauptgetreidearten in Wasserkulturen verbracht guttieren bedeutend seltener als ihre Altersgenossen, die auf natürlichem Substrat verblieben. (Vielleicht wirkt die hohe Jonisation

der Wasserkulturen guttationshemmend.) Wenn bei Guttatoren die Guttation ausbleibt, auch wenn die Pflanzen in einen feuchten Raum kommen, so ist das auf alle Fälle einer weiteren Beobachtung wert. Bei vergleichenden Guttationsbeobachtungen wäre es nötig (um die quantitativen Guttationsleistungen vergleichen zu können) alles Guttationswasser aufzufangen. Dies ist jedoch nur bei groben Stengeln, nicht aber bei Getreideblattspitzen möglich. Indessen muß auch die Häufigkeit der Guttationsfälle, wenn die Beobachtungen sich über eine große Zeitdauer erstrecken und zu verschiedenen Tagesstunden erfolgen, einen Rückschluß auf die Guttationsleistung zulassen.

Um einen Einblick in die guttationshemmenden und guttationsbewegenden Kräfte beim Hafer zu gewinnen, wurden die Guttationsfälle in Quarzsandkulturen gezählt, wobei die Bruchsche Nährlösung zugrunde gelegt wurde. Das Kaliumsalz wurde in Parallelversuchen durch Natriumsalz ersetzt, wie es W. Munkelt (18) mit Roggen tat.

Versuch I.

Bruchsche Nährlösung mit K und ohne K, jedoch mit Na. Versuchsbeginn: 24. 7. 1928. Zahl der ausgelegten Körner 10. Dauer der Versuchsbeobachtung: 28. 7.—8. 8. 1928.

Zahl der Guttationsfälle

Konzentration der Lösung	Gelbhafer	Weißhafer	Gerste	Roggen
0,5 mit K	65	88	59	24
1 „ K	59	72	63	15
5 „ K	17	15	25	8
0,5 ohne K, mit Na . .	38	50	62	12
1 „ K, „ Na . .	40	59	43	17
5 „ K, „ Na . .	11	5	20	0!

Der außerordentliche Rückgang der Guttationsfreudigkeit des Roggens bei hohen Natriumgaben wurde bereits durch W. Munkelt (18) beobachtet und wird hier bestätigt. Bei Verwendung hoher Salzkonzentrationen geht die Guttationsfreudigkeit beim Weißhafer prozentual stärker zurück als beim Gelbhafer. Die hohe Guttationsfreudigkeit der Gerste in fast allen Konzentrationen muß vermerkt werden. Wir haben bei unseren vergleichenden Ver-

suchen nicht selten eine hohe Natriumchloridresistenz der Gerste beobachtet.

Auch die Wiederholung des Versuches zeigt ein ähnliches Bild. Die Guttation der Gerste bei hohen Natriumgaben ist allerdings gering.

Versuch II.

Versuchsbeginn: 7. 8. 1928. Zahl der ausgelegten Körner 10. Dauer der Versuchsbeobachtung: 11. 8.—17. 8. 1928.

Zahl der Guttationsfälle

Konzentration der Lösung	Gelbhafer	Weißhafer	Gerste	Roggen
0,5 mit K	30	36	17	14
1 „ K	46	51	28	27
5 „ K	9	11	9	1
0,5 ohne K, mit Na . .	40	43	38	13
1 „ K, „ Na . .	56	46	43	10
5 „ K, „ Na . .	9	9	9	0!

Guttationsfälle in Wasserkulturen.

(Je zwei Pflanzen.)

Versuch I, Beginn 9. 5. 1927.

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
17. 5.—22. 5.	Knop	normal	—	—
23. 5.	„	„	1	—
24. 5.	„	„	2	—
25. 5.	„	„	2	—
26. 5.	„	„	3	—
27. 5.	„	„	1	—
28. 5.—4. 6.	„	„	—	—
5. 6.	„	„	1	—
			10	0
17. 5.—5. 6.	„	2 fach	—	—
17. 5.	„	3 fach	—	1
18. 5.—5. 6.	„	3 fach	—	—
			0	1
17. 5.—5. 6.	„	5 fach	—	—

Versuch II, Beginn 14. 5. 1927.

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
30. 5. abends	Knop	normal	1	2
31. 5.	"	"	1	—
1. 6.	"	"	—	1
2. 6.—3. 6.	"	"	—	—
4. 6.	"	"	2	—
5. 6.	"	"	3	2
6. 6.	"	"	3	—
7. 6.	"	"	4	2
8. 6.	"	"	6	1
9. 6.	"	"	—	2
10. 6.	"	"	2	2
11. 6.	"	"	2	—
12. 6.	"	"	1	—
13. 6.	"	"	4	3
14. 6.	"	"	2	4
			<u>31</u>	<u>19</u>
31. 5.—6. 6.	"	3 fach	—	—
7. 6.	"	"	1	—
8. 6.	"	"	1	—
9. 6.—12. 6.	"	"	—	—
13. 6.	"	"	1	—
14. 6.	"	"	—	1
			<u>3</u>	<u>1</u>
31. 5.—14. 6.	"	5 fach	—	—
31. 5.	van der Crone	normal	—	—
1. 6.	"	"	—	1
2. 6.—7. 6.	"	"	—	—
8. 6.	"	"	1	1
9. 6.—12. 6.	"	"	—	—
13. 6.	"	"	2	1
14. 6.	"	"	1	1
			<u>4</u>	<u>4</u>
31. 5.—7. 6.	"	3 fach	—	—
8. 6.	"	"	1	—
9. 6.—14. 6.	"	"	—	—
			<u>1</u>	<u>0</u>
31. 5.—14. 6.	"	5 fach	—	—

Versuch III, Beginn 14. 5. 1927.

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
9. 6.—26. 6.	Knop	normal	—	—
27. 6.	"	"	—	1
28. 6.	"	"	1	2
29. 6.—2. 7.	"	"	—	—
			1	3
9. 6.—27. 6.	"	3 fach	—	—
28. 6.	"	"	1	—
29. 6.—2. 7.	"	"	—	—
			1	0
9. 6.—2. 7.	"	5 fach	—	—
9. 6.—12. 6.	van der Crone	normal	—	—
13. 6.	"	"	2	—
14. 6.—27. 6.	"	"	—	—
28. 6.	"	"	1	3
29. 6.	"	"	1	—
30. 6.—2. 7.	"	"	—	—
			4	3
9. 6.—2. 7.	"	3 fach	—	—
9. 6.—2. 7.	"	5 fach	—	—

Versuch IV, Beginn 28. 7. 1927.

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
7. 8.—9. 8.	Knop	normal	—	—
10. 8.	"	"	2	—
11. 8.	"	"	—	—
12. 8.	"	"	4	2
13. 8.	"	"	2	2
14. 8.	"	"	2	2
15. 8.	"	"	4	3
16. 8.	"	"	1	2
17. 8.	"	"	3	5
18. 8.	"	"	—	1
19. 8.	"	"	3	5
20. 8.	"	"	3	1
21. 8.	"	"	1	—
22. 8.—25. 8.	"	"	—	—
			25	23

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
7. 8.—11. 8.	Knop	3 fach	—	—
12. 8.	"	"	1	—
13. 8.—14. 8.	"	"	—	—
15. 8.	"	"	1	—
16. 8.	"	"	—	—
17. 8.	"	"	—	1
18. 8.—25. 8.	"	"	—	—
			<u>2</u>	<u>1</u>
7. 8.—25. 8.	"	5 fach	—	—
7. 8.—11. 8.	van der Crone	normal	—	—
12. 8.	"	"	1	2
13. 8.	"	"	2	—
14. 8.	"	"	1	—
15. 8.	"	"	2	2
16. 8.	"	"	1	1
17. 8.	"	"	1	2
18. 8.	"	"	—	—
19. 8.	"	"	1	1
20. 8.—25. 8.	"	"	—	—
			<u>9</u>	<u>8</u>
7. 8.—14. 8.	"	3 fach	—	—
15. 8.	"	"	—	3
16. 8.	"	"	—	—
17. 9.	"	"	—	1
18. 8.—25. 8.	"	"	—	—
			<u>0</u>	<u>4</u>
7. 8.—25. 8.	"	5 fach	—	—

Versuch V, Beginn 7. 8. 1927.

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
21. 8.	Knop	normal	1	2
22. 8.	"	"	3	—
23. 8.	"	"	—	—
24. 8.	"	"	3	—
25. 8.	"	"	3	4
26. 8.	"	"	3	2
27. 8.	"	"	4	2
28. 8.	"	"	2	2
29. 8.	"	"	2	3
30. 8.	"	"	—	2
31. 8.	"	"	2	2
1. 9.	"	"	1	2
2. 9.—12. 9.	"	"	—	—
			<u>24</u>	<u>21</u>

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
21. 8.	Knop	3 fach	—	—
22. 8.	"	"	2	—
23. 8.—24. 8.	"	"	—	—
25. 8.	"	"	5	—
26. 8.	"	"	4	—
27. 8.	"	"	—	1
28. 8.	"	"	1	—
29. 8.—7. 9.	"	"	—	—
8. 9.	"	"	1	—
9. 9.—12. 9.	"	"	—	—
			<hr/> 13	<hr/> 1
21. 8.—12. 9.	"	5 fach	—	—
21. 8.	van der Crone	normal	1	—
22. 8.	"	"	1	—
23. 8.—24. 8.	"	"	—	—
25. 8.	"	"	3	1
26. 8.	"	"	3	—
27. 8.	"	"	1	—
28. 8.	"	"	—	—
29. 8.	"	"	2	—
30. 8.	"	"	1	—
31. 8.	"	"	4	—
1. 9.	"	"	2	—
2. 9.—9. 9.	"	"	—	—
10. 9.	"	"	1	—
11. 9.—12. 9.	"	"	—	—
			<hr/> 19	<hr/> 1
21. 8.—26. 8.	"	3 fach	—	—
27. 8.	"	"	1	—
28. 8.	"	"	—	—
29. 8.	"	"	2	—
30. 8.	"	"	1	—
31. 8.	"	"	—	—
1. 9.	"	"	2	—
2. 9.—12. 9.	"	"	—	—
			<hr/> 6	<hr/> 0
21. 8.—12. 9.	"	5 fach	—	—

Gesamtzahl der Guttationsfälle bei Versuch II—V.

(Versuch I fällt, da der Vergleich mit der Lösung von v. d. Crone fehlt, bei folgender Zusammenstellung weg.)

Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
Knop	normal	81	66
"	3 fach	19	3
"	5 fach	—	—
van der Crone	normal	36	16
"	3 fach	7	4
"	5 fach	—	—

Da die Guttationsregistrierungen sich über einen großen Zeitraum hin erstrecken, kann der Schluß gezogen werden, daß v. Lochows Gelbhafer in Wasserkultur fast durchweg mehr Guttationsfälle aufzuweisen hat als der Fichtelgebirgshafer. In Wasserkultur guttieren die Keimlinge im Vergleich zu den Erdkulturen sehr selten. Immerhin kann durch eine längere Beobachtung ein gutes Zahlenmaterial gewonnen werden. Es läßt sich heute nicht sagen, welche Eigenschaften der Erhaltung der Guttation in Wasserkultur dienen. Man könnte vermuten, daß der Gelbhafer die größere Saugkraft hat, man könnte aber auch den Gedanken nicht verwerfen, daß ein Regulationsvorgang insofern vorliegt, als der Gelbhafer als die trockenheitsbeständigere Sorte seine Saugkraft durch vermehrte Wasserabgabe zu erhalten sucht. Gießt man in Sandkultur die Keimlinge beider Sorten überreichlich, so kann der Fall angetroffen werden, daß nur der Fichtelgebirgshafer guttiert. Solche Fälle wurden beobachtet am 22. 2. 1928 um 9 Uhr, wo in Töpfen, die mit Bausand gefüllt waren, von 54 Fichtelgebirgshaferpflanzen 8 guttierend angetroffen wurden, während bei v. Lochows Gelbhafer (45 Pflanzen) keine Guttation beobachtet wurde. In einer Bausandschale wurden am 2. 4. 1928 um 9.15 Uhr an 10 Tage alten Pflanzen folgende Guttationsfälle aufgezeichnet:

von 25 Fichtelgebirgshaferpflanzen guttierten	17
von 20 Gerstenpflanzen	" 12
von 29 Gelbhaferpflanzen	" —

Am 4. 7. 1928 guttierte um 1 Uhr in den feuchten Tonschalen mit Bausand Gerste und Weißhafer, es guttierte nicht v. Lochows Gelbhafer. Hier kann der Fall vorliegen, daß die Nässe dem

feuchtigkeitsliebenden Fichtelgebirgshafer nicht schadet und den Guttationsapparat aufrecht erhält, während v. Lochows Gelbhafer eine Beeinträchtigung seiner guttationsfördernden Kräfte erfährt. In fünffach konzentrierten Lösungen erfolgten keine Guttationsfälle mehr, weder in Knopscher Nährlösung noch in der Nährlösung von van der Crone. Ganz allgemein läßt sich sagen, daß v. Lochows Gelbhafer in Wasserkultur, auch in höheren Konzentrationen, stärker guttiert als der Fichtelgebirgshafer.

Guttationsfälle in Nährlösungen nach Stoklasa.

Die Nährlösung von Stoklasa (19) führt Silikate. Die Gramineen, die in der Nährlösung von Stoklasa gezogen wurden, zeigten ein gesünderes Aussehen, als solche in Lösungen nach Knop und van der Crone. Die Guttationszahlen können nicht unmittelbar mit den im vorigen Abschnitt angeführten verglichen werden, da die Ablesungen nicht an den gleichen Tagen erfolgten.

Nährlösung nach Stoklasa.

1000 H_2O
 1,0 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
 0,02 NaCl
 0,25 MgSO_4
 0,5 K_2HPO_4
 0,1 $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$
 0,25 CaSiO_3
 0,25 KCl

Versuch I, Beginn 24. 5. 1927.

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
12. 6.	Stoklasa	normal	—	—
13. 6.	"	"	1	1
14. 6.	"	"	3	2
15. 6.	"	"	3	—
16. 6.	"	"	2	—
17. 6.	"	"	—	—
18. 6.	"	"	3	2
19. 6.	"	"	—	—
20. 6.	"	"	1	—
			13	5

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
21. 6.	Stoklasa	normal	13	5
22. 6.	"	"	3	1
23. 6.	"	"	—	—
24. 6.	"	"	—	1
25. 6.	"	"	1	1
26. 6.	"	"	2	1
27. 6.	"	"	1	1
28. 6.	"	"	1	1
29. 6.	"	"	—	2
30. 6.	"	"	2	2
			23	15
12. 6.—13. 6.	"	3 fach	—	—
14. 6.	"	"	2	1
15. 6.	"	"	1	—
16. 6.—17. 6.	"	"	—	—
18. 6.	"	"	3	1
19. 6.—21. 6.	"	"	—	—
22. 6.	"	"	2	—
23. 6.—24. 6.	"	"	—	—
25. 6.	"	"	1	—
26. 6.	"	"	1	—
27. 6.	"	"	1	—
28. 6.	"	"	1	2
29. 6.—30. 6.	"	"	—	—
			12	4
12. 6.	"	5 fach	—	—
13. 6.	"	"	—	1
14. 6.	"	"	—	1
15. 6.—30. 6.	"	"	—	—
			0	2

Versuch II, Beginn 29. 5. 1927.

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
17. 6.	Stoklasa	normal	—	—
18. 6.	"	"	1	—
19. 6.—21. 6.	"	"	—	—
22. 6.	"	"	1	—
			2	0

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
23. 6.—25. 6.	Stoklasa	normal	2 —	0 —
26. 6.	"	"	1	—
27. 6.	"	"	1	—
28. 6.	"	"	5	2
29. 6.	"	"	3	2
30. 6.	"	"	2	1
1. 7.—2. 7.	"	"	—	—
3. 7.	"	"	1	1
4. 7.	"	"	2	1
5. 7.—10. 7.	"	"	—	—
11. 7.	"	"	—	1
12. 7.	"	"	1	1
			<u>18</u>	<u>9</u>
17. 6.—27. 6.	"	3 fach	—	—
28. 6.	"	"	1	—
29. 6.	"	"	2	—
30. 6.	"	"	1	—
1. 7.—12. 7.	"	"	—	—
			<u>4</u>	<u>0</u>
17. 6.	"	5 fach	—	—
18. 6.	"	"	1	—
19. 6.—12. 7.	"	"	—	—
			<u>1</u>	<u>0</u>

Versuch III, Beginn 23. 6. 1927.

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
7. 7.—10. 7.	Stoklasa	normal	—	—
11. 7.	"	"	—	1
12. 7.	"	"	3	1
13. 7.	"	"	1	2
14. 7.	"	"	1	—
15. 7.	"	"	5	4
16. 7.	"	"	5	3
17. 7.	"	"	—	—
18. 7.	"	"	5	3
19. 7.	"	"	2	—
20. 7.	"	"	1	1
			<u>23</u>	<u>15</u>

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
7. 7.—11. 7.	Stoklasa	3 fach	—	—
12. 7.	"	"	1	—
13. 7.—14. 7.	"	"	—	—
15. 7.	"	"	5	2
16. 7.—17. 7.	"	"	—	—
18. 7.	"	"	2	—
19. 7.	"	"	1	—
20. 7.	"	"	1	1
			10	3
7. 7.—14. 7.	"	5 fach	—	—
15. 7.	"	"	1	—
16. 7.—20. 7.	"	"	—	—
			1	0

Versuch IV, Beginn 8. 7. 1927.

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
21. 7.—25. 7.	Stoklasa	normal	—	—
26. 7.	"	"	2	—
27. 7.—31. 7.	"	"	—	—
1. 8.	"	"	1	—
2. 8.	"	"	—	—
3. 8.	"	"	1	—
4. 8.	"	"	1	—
5. 8.	"	"	1	—
6. 8.	"	"	1	—
7. 8.	"	"	—	—
8. 8.	"	"	1	—
			8	0
21. 7.—22. 7.	"	3 fach	—	—
23. 7.	"	"	1	—
24. 7.—25. 7.	"	"	—	—
26. 7.	"	"	1	—
27. 7.—8. 8.	"	"	—	—
			2	0
21. 7.—8. 8.	"	5 fach	—	—

Gesamtübersicht.

	Gelbhafer	Weißhafer
Stoklasa normal	23	15
	18	9
	23	15
	8	—
	<u>72</u>	<u>39</u>
Stoklasa 3 fach	12	4
	4	—
	10	3
	2	—
	<u>28</u>	<u>7</u>
Stoklasa 5 fach	—	2
	1	—
	1	—
	—	—
	<u>2</u>	<u>2</u>

Aus der Tabelle geht hervor, daß auch in der Nährlösung von Stoklasa v. Lochows Gelbhafer häufiger guttiert als der Fichtelgebirgshafer. Die Guttationsfälle in 5 fach konzentrierter Nährlösung nach Stoklasa müssen besonders beachtet werden.

In weiteren Versuchen wurde die Nährlösung von Stoklasa zu gleicher Zeit mit den Lösungen nach Knop und van der Crone zu den Guttationsbeobachtungen verwendet.

Versuch I, Beginn 29. 5. 1927.

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
16. 6.—21. 6.	Stoklasa	normal	—	—
22. 6.	"	"	1	1
23. 6.—24. 6.	"	"	—	—
25. 6.	"	"	—	4
26. 6.	"	"	1	1
27. 6.	"	"	2	4
28. 6.	"	"	3	3
29. 6.	"	"	1	3
30. 6.—1. 7.	"	"	—	—
2. 7.	"	"	1	—
3. 7.	"	"	1	2
			<u>10</u>	<u>18</u>

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
16. 6.—21. 6.	van der Crone	normal	—	—
22. 6.	"	"	1	—
23. 6.—24. 6.	"	"	—	—
25. 6.	"	"	—	1
26. 6.	"	"	1	—
27. 6.	"	"	1	2
28. 6.	"	"	—	1
29. 6.	"	"	1	1
30. 6.—2. 7.	"	"	—	—
3. 7.	"	"	2	—
			6	5
16. 6.—21. 6.	Knop	normal	—	—
22. 6.	"	"	2	—
23. 6.—24. 6.	"	"	—	—
25. 6.	"	"	1	1
26. 6.	"	"	—	1
27. 6.	"	"	2	—
28. 6.	"	"	3	1
29. 6.	"	"	4	3
30. 6.—2. 7.	"	"	—	—
3. 7.	"	"	1	—
			13	6

Versuch II, Beginn 23. 6. 1927.

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
7. 7.—9. 7.	Stoklasa	normal	—	—
10. 7.	"	"	1	—
11. 7.	"	"	—	—
12. 7.	"	"	5	3
13. 7.	"	"	3	—
14. 7.	"	"	—	—
15. 7.	"	"	5	2
16. 7.	"	"	3	1
17. 7.	"	"	—	—
18. 7.	"	"	5	1
19. 7.	"	"	—	2
20. 7.	"	"	—	2
			22	11

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
7. 7.—11. 7.	van der Crone	normal	—	—
12. 7.	"	"	2	—
13. 7.—14. 7.	"	"	—	—
15. 7.	"	"	—	1
16. 7.—20. 7.	"	"	—	—
			2	1
7. 7.—9. 7.	Knop	normal	—	—
10. 7.	"	"	1	—
11. 7.	"	"	—	—
12. 7.	"	"	3	2
13. 7.	"	"	2	1
14. 7.	"	"	—	—
15. 7.	"	"	2	—
16. 7.	"	"	1	1
17. 7.	"	"	—	—
18. 7.	"	"	3	4
19. 7.—20. 7.	"	"	—	—
			12	8

Versuch III, Beginn 20. 7. 1927.

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
7. 8.—9. 8.	Stoklasa	normal	—	—
10. 8.	"	"	1	—
11. 8.	"	"	—	—
12. 8.	"	"	1	—
13. 8.	"	"	2	—
14. 8.	"	"	2	—
15. 8.	"	"	6	6
16. 8.	"	"	3	2
17. 8.	"	"	6	5
18. 8.	"	"	1	—
19. 8.	"	"	4	5
20. 8.	"	"	3	4
21. 8.	"	"	2	2
22. 8.	"	"	1	3
23. 8.	"	"	1	—
24. 8.	"	"	3	2
25. 8.	"	"	4	3
			40	32

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
7. 8.—9. 8.	van der Crone	normal	—	—
10. 8.	"	"	1	—
11. 8.	"	"	—	—
12. 8.	"	"	1	—
13. 8.	"	"	5	—
14. 8.	"	"	3	—
15. 8.	"	"	5	3
16. 8.	"	"	—	—
17. 8.	"	"	2	3
18. 8.	"	"	1	—
19. 8.	"	"	—	3
20. 8.	"	"	1	3
21. 8.	"	"	—	—
22. 8.	"	"	—	1
23. 8.—24. 8.	"	"	—	—
25. 8.	"	"	—	1
			<u>19</u>	<u>14</u>
7. 8.—9. 8.	Knop	normal	—	—
10. 8.	"	"	2	—
11. 8.	"	"	—	—
12. 8.	"	"	4	1
13. 8.	"	"	3	2
14. 8.	"	"	—	1
15. 8.	"	"	3	4
16. 8.	"	"	—	—
17. 8.	"	"	4	6
18. 8.	"	"	3	—
19. 8.	"	"	2	4
20. 8.	"	"	2	3
21. 8.	"	"	—	—
22. 8.	"	"	1	6
23. 8.	"	"	1	1
24. 8.	"	"	—	2
25. 8.	"	"	2	2
			<u>27</u>	<u>32</u>

Versuch IV, Beginn 22. 8. 1927.

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
3. 9.	Stoklasa	normal	—	1
4. 9.	"	"	—	—
5. 9.	"	"	2	—
6. 9.	"	"	2	1
7. 9.	"	"	2	1
8. 9.	"	"	3	4
9. 9.	"	"	5	—
10. 9.	"	"	5	4
11. 9.	"	"	—	—
12. 9.	"	"	2	3
13. 9.	"	"	1	2
14. 9.	"	"	1	—
15. 9.	"	"	1	1
16. 9.	"	"	1	1
17. 9.	"	"	1	3
18. 9.	"	"	1	2
19. 9.	"	"	1	—
20. 9.	"	"	1	2
21. 9.	"	"	1	5
22. 9.	"	"	—	4
23. 9.	"	"	1	3
			<u>31</u>	<u>37</u>
3. 9.—5. 9.	van der Crone	normal	—	—
6. 9.	"	"	1	—
7. 9.	"	"	2	—
8. 9.	"	"	6	—
9. 9.	"	"	3	—
10. 9.	"	"	6	3
11. 9.	"	"	—	—
12. 9.	"	"	2	1
13. 9.	"	"	1	1
14. 9.	"	"	3	2
15. 9.	"	"	2	3
16. 9.	"	"	1	2
17. 9.	"	"	1	2
18. 9.	"	"	—	1
19. 9.	"	"	—	—
20. 9.	"	"	1	1
21. 9.	"	"	1	—
22. 9.	"	"	—	—
23. 9.	"	"	1	—
			<u>31</u>	<u>16</u>

Datum	Nährlösung	Konzentration	Gelbhafer	Weißhafer
3. 9.	Knop	normal	1	—
4. 9.	"	"	—	—
5. 9.	"	"	1	1
6. 9.	"	"	2	1
7. 9.	"	"	1	2
8. 9.	"	"	5	5
9. 9.	"	"	4	4
10. 9.	"	"	6	4
11. 9.	"	"	—	—
12. 9.	"	"	2	2
13. 9.	"	"	2	2
14. 9.	"	"	3	5
15. 9.	"	"	3	4
16. 9.	"	"	—	—
17. 9.	"	"	2	2
18. 9.	"	"	1	—
19. 9.	"	"	—	—
20. 9.	"	"	1	—
21. 9.	"	"	1	1
22. 9.	"	"	1	—
23. 9.	"	"	1	2
			37	35

Gesamtübersicht.

Stoklasa		van der Crone		Knop	
Gelbhafer	Weißhafer	Gelbhafer	Weißhafer	Gelbhafer	Weißhafer
10	18	6	5	13	6
22	11	2	1	12	8
40	32	19	14	27	34
31	37	31	16	37	35
103	98	58	36	89	83

Die höheren Guttationszahlen von v. Lochows Gelbhafer bleiben auch in diesen Versuchen bestehen. Die Nährlösung nach Stoklasa weist die meisten Guttationszahlen auf.

Guttationsfälle bei Mangelkulturen.

Den Mangelkulturen wurde die Nährlösung nach van der Crone zugrunde gelegt. Die Zusammensetzung der Mangellösung war demnach folgende:

Normal		Ohne Kali	
1000	H ₂ O	1000	H ₂ O
1,0	KNO ₃	1,0	NaNO ₃
0,5	CaSO ₄	0,5	MgSO ₄
0,5	MgSO ₄	0,5	CaSO ₄
0,25	Ca ₃ (PO ₄) ₂	0,25	Ca ₃ (PO ₄) ₂
0,25	Fe ₃ (PO ₄) ₂	0,25	Fe ₃ (PO ₄) ₂
Ohne Kalk		Ohne Phosphorsäure	
1000	H ₂ O	1000	H ₂ O
1,0	KNO ₃	1,0	KNO ₃
0,7	MgSO ₄	0,5	MgSO ₄
0,4	K ₂ SO ₄	0,5	CaSO ₄
0,25	K ₂ HPO ₄	0,25	CaCl ₂
0,25	Fe ₃ (PO ₄) ₂	0,04	FeSO ₄

Versuch I, Beginn 2. 8. 1927.

Datum	Nährlösung		Gelbhafer	Weißhafer
21. 8.—27. 8.	van der Crone	normal	—	—
28. 8.	"	"	1	—
29. 8.	"	"	2	—
30. 8.—8. 9.	"	"	—	—
9. 9.	"	"	1	—
10. 9.	"	"	2	—
11. 9.—12. 9.	"	"	—	—
13. 9.	"	"	1	—
14. 9.	"	"	2	—
15. 9.	"	"	2	—
16. 9.	"	"	1	—
17. 9.	"	"	1	—
18. 9.	"	"	1	—
19. 9.—20. 9.	"	"	—	—
21. 9.	"	"	1	—
22. 9.—26. 9.	"	"	—	—
			15	0
21. 8.—26. 9.	van der Crone	ohne K	—	—

Datum	Nährlösung		Gelbhafer	Weißhafer
21. 8.	van der Crone	ohne Ca	—	—
22. 8.	"	"	3	3
23. 8.—25. 8.	"	"	—	—
26. 8.	"	"	—	1
27. 8.—28. 8.	"	"	—	—
29. 8.	"	"	1	—
30. 8.—31. 8.	"	"	—	—
1. 9.	"	"	1	—
2. 9.—26. 9.	"	"	—	—
			5	4
21. 8.	van der Crone	ohne P	—	—
22. 8.	"	"	3	3
23. 8.—28. 8.	"	"	—	—
29. 8.	"	"	2	1
30. 8.—8. 9.	"	"	—	—
9. 9.	"	"	1	—
10. 9.	"	"	2	3
11. 9.—12. 9.	"	"	—	—
13. 9.	"	"	1	3
14. 9.	"	"	—	2
15. 9.	"	"	2	2
16. 9.	"	"	—	1
17. 9.	"	"	—	5
18. 9.	"	"	—	1
19. 9.	"	"	—	—
20. 9.	"	"	1	1
21. 9.	"	"	3	5
22. 9.	"	"	1	3
23. 9.	"	"	2	—
24. 9.—25. 9.	"	"	—	—
26. 9.	"	"	—	2
			18	32

Versuch II, Beginn 17. 8. 1928.

Datum	Nährlösung		Gelbhafer	Weißhafer
28. 8.	van der Crone	normal	2	—
29. 8.—4. 9.	"	"	—	—
5. 9.	"	"	2	—
6. 9.	"	"	4	—
7. 9.	"	"	1	—
8. 9.	"	"	4	—
			13	0

Datum	Nährlösung		Gelbhafer	Weißhafer
			13	0
9. 9.	van der Crone	normal	4	—
10. 9.	"	"	5	—
11. 9.	"	"	—	—
12. 9.	"	"	2	—
13. 9.	"	"	3	—
14. 9.	"	"	2	—
15. 9.	"	"	1	—
16. 9.—20. 9.	"	"	—	—
21. 9.	"	"	1	—
22. 9.	"	"	—	—
23. 9.	"	"	2	—
24. 9.	"	"	1	—
25. 9.—26. 9.	"	"	—	—
			34	0
28. 8.—30. 8.	van der Crone	ohne K	—	—
31. 8.	"	"	1	—
1. 9.—4. 9.	"	"	—	—
5. 9.	"	"	1	2
6. 9.	"	"	—	1
7. 9.	"	"	—	—
8. 9.	"	"	2	1
9. 9.	"	"	2	—
10. 9.	"	"	3	—
11. 9.	"	"	—	—
12. 9.	"	"	2	—
13. 9.	"	"	1	—
14. 9.	"	"	1	—
15. 9.	"	"	1	—
16. 9.—19. 9.	"	"	—	—
20. 9.	"	"	—	1
21. 9.	"	"	1	—
22. 9.—26. 9.	"	"	—	—
			15	5
28. 8.	van der Crone	ohne Ca	1	—
29. 8.	"	"	—	—
30. 8.	"	"	1	1
31. 8.	"	"	1	1
1. 9.	"	"	1	1
2. 9.	"	"	—	—
3. 9.	"	"	1	—
4. 9.	"	"	—	—
5. 9.	"	"	2	—
6. 9.	"	"	1	—
			8	3

Datum	Nährlösung		Gelbhafer	Weißhafer
			8	3
7. 9.	van der Crone	ohne Ca	—	—
8. 9.	"	"	2	4
9. 9.	"	"	1	1
10. 9.	"	"	2	2
11. 9.	"	"	1	—
12. 9.—13. 9.	"	"	—	—
14. 9.	"	"	2	—
15. 9.	"	"	1	—
16. 9.	"	"	1	—
17. 9.—26. 9.	"	"	—	—
			18	10
28. 8.—29. 8.	van der Crone	ohne P	—	—
30. 8.	"	"	2	—
31. 8.	"	"	4	—
1. 9.	"	"	3	—
2. 9.	"	"	—	—
3. 9.	"	"	1	—
4. 9.—9. 9.	"	"	—	—
10. 9.	"	"	1	—
11. 9.—13. 9.	"	"	—	—
14. 9.	"	"	—	2
15. 9.	"	"	1	2
16. 9.	"	"	—	1
17. 9.	"	"	1	2
18. 9.—20. 9.	"	"	—	—
21. 9.	"	"	—	1
22. 9.	"	"	1	3
23. 9.	"	"	2	5
24. 9.	"	"	1	1
25. 9.	"	"	—	—
26. 9.	"	"	—	1
			17	18

Versuch III, Beginn 1. 9. 1927.

Datum	Nährlösung		Gelbhafer	Weißhafer
13. 9.	van der Crone	normal	—	—
14. 9.	"	"	2	1
15. 9.	"	"	—	3
16. 9.	"	"	2	—
17. 9.	"	"	—	—
18. 9.	"	"	1	—
			5	4

Datum	Nährlösung		Gelbhafer	Weißhafer
19. 9.	van der Crone	normal	5	4
20. 9.	"	"	1	—
21. 9.	"	"	1	1
22. 9.	"	"	1	2
23. 9.	"	"	1	1
24. 9.—29. 9.	"	"	1	3
			—	—
			10	11
13. 9.—15. 9.	van der Crone	ohne K	—	—
16. 9.	"	"	1	—
17. 9.	"	"	3	—
18. 9.	"	"	2	—
19. 9.	"	"	2	—
20. 9.	"	"	2	1
21. 9.	"	"	2	—
22. 9.	"	"	1	—
23. 9.—29. 9.	"	"	—	—
			13	1
13. 9.	van der Crone	ohne Ca	1	1
14. 9.	"	"	1	—
15. 9.	"	"	1	—
16. 9.	"	"	1	—
17. 9.	"	"	2	1
18. 9.	"	"	1	1
19. 9.	"	"	1	—
20. 9.	"	"	3	—
21. 9.	"	"	2	2
22. 9.	"	"	1	—
23. 9.	"	"	2	1
24. 9.	"	"	2	—
25. 9.—28. 9.	"	"	—	—
29. 9.	"	"	1	—
			19	6
13. 9.	van der Crone	ohne P	—	—
14. 9.	"	"	2	—
15. 9.	"	"	—	1
16. 9.	"	"	1	—
17. 9.	"	"	2	—
18. 9.—19. 8.	"	"	—	—
20. 9.	"	"	1	—
21. 9.	"	"	3	—
22. 9.	"	"	3	—
23. 9.—29. 9.	"	"	—	—
			12	1

Versuch IV, Beginn 6. 9. 1927 (4 Pflanzen).

Datum	Nährlösung		Gelbhafer	Weißhafer
20. 9.	van der Crone	normal	8	4
21. 9.	"	"	7	5
22. 9.	"	"	6	2
23. 9.	"	"	7	5
24. 9.	"	"	1	—
25. 9.	"	"	2	—
26. 9.	"	"	2	—
27. 9.—30. 9.	"	"	—	—
1. 10.	"	"	1	—
			<u>34</u>	<u>16</u>
20. 9.	van der Crone	ohne K	7	2
21. 9.	"	"	8	3
22. 9.	"	"	7	—
23. 9.	"	"	7	—
24. 9.	"	"	1	—
25. 9.	"	"	—	—
26. 9.	"	"	1	—
27. 9.	"	"	1	—
28. 9.—29. 9.	"	"	—	—
30. 9.	"	"	2	—
1. 10.	"	"	2	—
			<u>36</u>	<u>5</u>
20. 9.	van der Crone	ohne Ca	6	4
21. 9.	"	"	6	7
22. 9.	"	"	5	3
23. 9.	"	"	5	4
24. 9.	"	"	3	2
25. 9.	"	"	1	—
26. 9.	"	"	4	—
27. 9.	"	"	1	—
28. 9.—29. 9.	"	"	—	—
30. 9.	"	"	3	1
1. 10.	"	"	3	—
			<u>37</u>	<u>21</u>
20. 9.	van der Crone	ohne P	1	—
21. 9.	"	"	8	3
22. 9.	"	"	3	5
23. 9.	"	"	7	5
24. 9.	"	"	2	—
25. 9.	"	"	5	—
26. 9.	"	"	5	—
27. 9.—1. 10.	"	"	—	—
			<u>31</u>	<u>13</u>

Gesamtübersicht der Guttationsfälle bei Mangelkultur.

	v. Lochows Gelbhafer	Fichtelgebirgs- hafer
Normallösung nach van der Crone	93	27
Ohne Kali	64	11
Ohne Kalk	79	41
Ohne Phosphorsäure	78	64

Aus der Tabelle geht wiederum hervor, daß v. Lochows Gelbhafer dem Fichtelgebirgshafer in der Guttationsleistung in Wasserkultur ganz erheblich überlegen ist. Ein schärferer Rückgang der Guttationsleistung der Keimlinge ergab sich nur bei Kalimangel. Ganz überraschend ist die Guttationszahl beim Fehlen der Phosphorsäure. Es kamen Fälle vor, in denen der Fichtelgebirgshafer in Normalkultur nicht, ohne Phosphorsäure dagegen erheblich guttitierte. Auch hier läßt sich sagen, daß diese merkwürdigen Fälle nur beobachtet und aufgezeichnet werden können, ohne daß eine Erklärungsmöglichkeit vorhanden ist.

Vergleichende Transpirationsphysiologie.

Zur Überwachung vergleichender Transpirationsbestimmungen reichte mir die Zeit nicht aus. Um aber doch einen Überblick über die Transpirationsgrößen beider Sorten geben zu können, und um so den physiologischen Vergleich beider Sorten möglichst umfassend durchführen zu können, gebe ich hier Versuchsergebnisse wieder, die ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. A. Scheibe verdanke. Das angeführte, auf die beiden Hafersorten bezügliche Zahlenmaterial entstammt entwicklungsphysiologischen Studien Scheibes aus der Vegetationsperiode 1928. Es handelte sich dabei um Transpirationsversuche mit Hilfe der Wasserkulturmethode [Scheibe (20)]. Die Samen wurden in Gartenerde am 21. 4. 1928 ausgelegt und am 7. 6. 1928 in Richtersche Nährlösung übertragen. Der Wasserverbrauch wurde jeden zweiten Tag bestimmt, indem die verdunstete Nährlösung mit Hilfe einer Bürette bis zu einer gegebenen Standardmarke aufgefüllt und gemessen wurde. Die Wasserkulturgefäße beider Sorten befanden sich während der Dauer des Versuches im Dahlemer Gewächshaus,

waren also bezüglich Licht, Temperatur und Feuchtigkeit den gleichen Bedingungen ausgesetzt. Es soll daher in diesem Zusammenhang auf die Wiedergabe der entsprechenden Kurven verzichtet werden.

Die absoluten Transpirationsgrößen der einzelnen Pflanzen variieren beim Fichtelgebirgshafer sehr stark, was in der Variationsbreite der Sproß-Frischgewichte seine Erklärung findet. Der Fichtelgebirgshafer stellt sowohl die Pflanze mit der größten wie auch die mit der geringsten Transpiration. Es kommt für die vergleichende Transpirationsphysiologie vor allem auf die relativen Vergleichswerte an. Nach den Versuchen von Huber (21) kommt zur Ermittlung der relativen Transpiration neben der Oberfläche besonders das Sproßfrischgewicht in Frage.

Transpiration 11.—12. 7. 1928.

Sorte	absolute Transpiration ccm	Frischgewicht g	relative Transpiration ccm/g
Weißhafer Pflanze 1	389,70	42,62	9,14
" " 2	319,10	35,10	9,09
" " 3	273,30	30,35	9,00
" " 4	284,40	30,90	9,17
Gelbhafer " 1	314,80	39,66	7,94
" " 2	276,00	37,36	7,39
" " 3	298,40	43,56	6,85
" " 4	250,90	37,43	6,70

Aus der Tabelle geht hervor, daß im Mittel die relative Transpiration des Fichtelgebirghafers die des Gelbhafers übertrifft.

Nach unseren Untersuchungen und nach den Erfahrungen der Praktiker ist v. Lochows Gelbhafer der trockenheitsbeständigere. Eine niedere Transpirationsgröße braucht nicht als xerophile Äußerung gedeutet zu werden, umgekehrt ist eine hohe Transpiration vielen Sandbewohnern eigen. (Nach F. Merckenschlager ist auch eine höhere Guttation das Mittel zur Erhaltung höherer Saugkräfte.) Im vorliegenden Fall scheint ein Widerspruch zu der Regel, daß die trockenheitsresistenten Pflanzen eine höhere Transpiration aufweisen, vorzuliegen. Der scheinbare Widerspruch erklärt sich aber zwanglos, wenn wir die vorhergehenden Ent-

wicklungsperioden vergleichen. Der Gelbhafer hat bereits früher, worauf die Überschneidung beider Kurven ja auch hinweist, seinen Höhepunkt im Entwicklungsverlauf erreicht. Der Fichtelgebirgshafer hingegen befindet sich noch in stetiger Entwicklung und hat am letzten Versuchstage seinen Höhepunkt zumindest noch nicht überschritten. So erklärt sich der scheinbare Widerspruch aus den verschiedenen Entwicklungsphasen, in der sich die beiden Hafersorten am letzten Versuchstage befinden. Wenngleich auch die einzelnen Entwicklungsphasen, wie schon A. Scheibe (22) in anderem Zusammenhang darlegte, kaum merklich ineinander übergehen, so lassen sich doch in unserem Falle die beiden Hafersorten durch ihren Entwicklungsverlauf gut differenzieren.

Vegetationsnotizen.

Die Sproßlänge bis zum obersten Blattansatz der Hauptachse betrug beim

Datum	Fichtelgebirgshafer cm				v. Lochows Gelbhafer cm			
	1	2	3	4	1	2	3	4
27. 6.	59,0	54,5	60,9	52,0	67,4	68,5	69,5	65,5
12. 7.	110,5	105,0	110,0	105,0	115,5	116,5	124,0	121,0

Das erste Rispschieben wurde beobachtet beim Fichtelgebirgshafer am 30. 6. und erstreckte sich bis zum 4. 7., beim Gelbhafer erfolgte das Rispschieben am gleichen Tage. Auch das erste Auftreten der Blüte war beim Fichtelgebirgshafer ungleichmäßiger; es erstreckte sich vom 3. 7.—6. 7., während der Gelbhafer am gleichen Tage aufblühte (3. 7.).

Um einen Überblick über die Schließzellengröße der Spaltöffnungen zu gewinnen, habe ich von beiden Sorten je 200 Spaltöffnungen mikrometrisch aufgenommen, und zwar suchte ich möglichst gleichsinnige Blätter hierfür vorzunehmen. In Einzelfällen übertrifft die Schließzellengröße des Fichtelgebirgshafers deutlich die des Gelbhafers; zieht man indessen das Mittel aller untersuchten Zellgrößen, so ist der Unterschied doch recht unbedeutend. v. Lochows Gelbhafer verhält sich zum Fichtelgebirgshafer hinsichtlich der Schließzellengröße wie 57,075 : 58,85, auf Mikromillimeter umgerechnet wie 60,08 : 61,95.

Vergleichende Saugkraftbestimmungen.

Die Saugkraft ist ein „bestimmtes Wasseranziehungsvermögen“ [H. Walter (23)] eines Körpers, eines Quellskörpers oder einer Lösung. „Je mehr Wasser er bereits aufgenommen hat, desto geringer wird die Saugkraft. Die Quellskörper verhalten sich verschieden: die einen können nur eine bestimmte Wassermenge aufnehmen, sie erreichen ein Quellungsmaximum, wie z. B. ein Stück Leim bei Zimmertemperatur, andere z. B. Gummi arabicum gehen allmählich bei fortschreitender Wasseraufnahme in Lösung über. Sie nehmen also eine Mittelstellung zwischen den begrenzt quellbaren Körpern und den molekular löslichen Stoffen ein, denn auch diese beiden besitzen eine bestimmte Saugkraft. Stoffe, die sich dem Wasser gegenüber indifferent verhalten, wie z. B. bei den Pflanzen die Fette, erleiden in Wasser gebracht keine Veränderung. Worauf im einzelnen die Saugkraft der Quellskörper und der Lösungen beruht, lassen wir hier unberücksichtigt. Dagegen müssen wir uns mit den quantitativen Beziehungen, die zwischen der Menge des aufgenommenen Wassers und der Größe der Saugkraft bestehen, etwas näher befassen.

Als Maß der Saugkraft kann uns einerseits der osmotische oder Quellungsdruck dienen, der bei Berührung der Lösung oder des Quellskörpers mit reinem Wasser entsteht, wenn die Wasseraufnahme mechanisch verhindert wird, andererseits die relative Dampfspannung an der Oberfläche der Lösung oder des Quellskörpers.“ (H. Walter).

Im Samenkontrollwesen wird gegenwärtig viel Aufmerksamkeit auf den Keimverlauf von Sorten bei erschwerter Wasserzufuhr gelegt. Die Prüfung des osmotischen Wertes des Keimlings unter normalen Verhältnissen würde nichts aussagen über die Steigerungsfähigkeit des osmotischen Wertes bei Wassermangel oder bei einer osmotischen Gegenwirkung. Diese Steigerungsfähigkeit aber ist für die praktische Beurteilung wesentlich; denn von ihr ist das Vermögen der Sorte auf trockenen Böden zu wachsen abhängig. Ursprung und Blum (24), die Keimlinge von *Vicia Faba* in verschieden stark konzentrierte Zuckerlösungen einsetzten, konnten eine Steigerung der Saugkraft um nahezu das Doppelte nachweisen. Die umfangreiche Literatur, die sich in den letzten Jahren über die Saugkraft der Kulturpflanzen angesammelt hat,

versteht unter der Saugkraft (einer Art oder Sorte) die Fähigkeit, bei osmotischer oder kolloider Gegenwirkung zu quellen und zu keimen. Der Same braucht zur Quellung und zur Keimung Wasser. Wenn wir gute Methoden hätten, im natürlichen Substrat (Erde) das verfügbare Wasser genau zu bestimmen, würde die Beobachtung des Keimverlaufes auf natürlichem Substrat wohl das Gegebene sein. Aber es gibt noch keine gute Methode, um die Saugkraft des Bodens exakt zu bestimmen, deswegen experimentieren die Versuchsansteller mit künstlichen Keimmedien. F. Merckenschlager (2) stellte in seinen Versuchen zunächst den normalen Keimungsabstand bei Weizen und bei Buchweizen fest. Normalerweise gelangt der Weizen um einen Tag früher als der Buchweizen zur Keimung. (Beurteilt am Erscheinen der Keimwurzeln.) Legte er die Samen beider Arten auf 2%igen Agar, so kehrte sich der zeitliche Abstand um. Der Buchweizen keimte früher als der Weizen. Dasselbe Bild ergab sich auch auf Gelatine. A. Scheibe (25) stufte den Gelatineanteil ab und konnte das stärkere Zurückbleiben einzelner Sorten auf stärker konzentrierter Gelatine deutlich aufzeigen. Zur Beurteilung der Saugkraft dient bei der kolloidalen Unterlage die Differenz in der zeitlichen Entwicklung der Keimlinge, die entweder durch die Zeitangaben der Verzögerung des Keimbegins oder durch die Messung der Wachstumsdifferenzen innerhalb einer bestimmten Zeitspanne zu bestimmen ist. Die Saugkraftleistung einer Art (Sorte) soll also nur an der Leistung einer anderen als größer oder als kleiner befunden werden. A. Eibl (26) hatte unterdessen begonnen, angeregt durch Beobachtungen von E. Zederbauer (27) auf dem Marchfelde bei Wien, die Samen von Kulturpflanzen bei einer genau zu bestimmenden Gegenwirkung (Rohrzucker) zur Keimung auszulegen. Diese Methode wurde durch eine Reihe von Arbeiten aus der Schule Zederbauers (28) ausgebaut, und wir sind heute bereits über die maximale Saugkraftleistung der wichtigsten Kultursamenarten orientiert. Zu höheren Werten gelangt der Roggen [nach Zederbauer (27) erreicht er 27—34,5 Atmosphären, nach Ursprung und Blum (29) sogar bis zu 74 Atmosphären], bei tiefsten Werten bleiben einige Süßgräser (z. B. *Agrostis stolonifera*) stehen, welche etwa nur vier bis acht Atmosphären aufbringen. Die Kenntnis der osmotischen Kräfte einer Art (oder Sorte), welche sie im Maximalfalle aufbringt, ohne daß das Plasma leidet, ist von großer Bedeutung für die Diagnostik nichtparasitärer Pflanzenkrankheiten.

Es hat sich gezeigt, daß bei unvermittelt einsetzender Trockenheit Hafersorten mit niedriger Saugkraft leichter zu Chlorophylldefekten neigen. [Körting (30).] Den Anfang zur Verwendung von vergleichenden Saugkraftbestimmungen für die Physiologie der Kulturpflanzen machte F. Merkenschlager in seiner Arbeit über die Physiologie des Buchweizens (2). Fast zu gleicher Zeit gelangten die Arbeiten von Eibl zur Veröffentlichung, die sich auf die Ermittlung der Saugkräfte bei Kulturpflanzen beziehen. Während F. Merkenschlager (2) zu seinen Versuchen Agar verwandte, schritt Eibl (26) zur Verwendung von molekulardispersen Lösungen. A. Scheibe (25) nahm hochprozentige Gelatine zu seinen Untersuchungen, blieb also bei der kolloidalen Unterlage, während die von A. Eibl gezeigte Methodik weiterhin durch Buchinger (28) ausgebaut wurde. Sowohl die von F. Merkenschlager eingeführte, von A. Scheibe verfeinerte Methode als auch die von A. Eibl begründete Methode sind für die Aufzeigung von physiologischen Pflanzencharakteren brauchbar. Beide Methoden führen beim Hafer zu einer übereinstimmenden Diagnose. F. Merkenschlager und M. Klinkowski (4) haben aus der Tatsache, daß der Hafer in feuchtem Substrat gleichoft guttierend angetroffen wurde wie die übrigen Gramineen, bei heißer Witterung aber viel seltener guttierte als jene, auf eine im Verhältnis zu den anderen Gramineen niedrige Saugkraft des Hafers geschlossen. Diese Vermutung wurde durch K. Meyer (5) mit Hilfe der Methode von Eibl-Buchinger bekräftigt. Der Befund von K. Meyer kann mit Hilfe der Gelatinemethode vollkommen bestätigt werden, wie ich hier darlegen möchte.

Die niedrige Saugkraft des Hafers kann als erwiesen gelten. Ohne Berücksichtigung der geringen osmotischen Kräfte des Hafers kann kein Vegetationsversuch mehr, der sich auf Hafer bezieht, hinlänglich gedeutet werden. Wie seinerzeit F. Merkenschlager (2) den Satz aussprach, daß sich die physiologische Organisation des Buchweizens um die hohen Saugkräfte dieser Pflanze gruppiert, so kann heute die Physiologie des Hafers nur aus dem Niedrigbleiben seiner Saugkraft erklärt werden. Der Hafer hat einen ganz empfindlichen Salzhaushalt, wie schon E. Hiltner (31) richtig darstellte. Gegen rasch einsetzenden Wasserverlust reagiert er mit starken Chlorophylldefekten. Es ist unmöglich mit dem Hafer weiterhin Vegetationsversuche anzustellen, ohne die Fragestellungen an die Saugkraft anzuknüpfen. Jüngst hat Zederbauer (27) in

der Wiener Landwirtschaftlichen Zeitung einen Vortrag veröffentlicht, der sich mit der Saugkraft der vier Hauptgetreidearten befaßt und sich auf bisher unveröffentlichte Untersuchungen seines Institutes stützt. Er gibt von unten nach oben folgende Saugkraftstärken: Hafer, Weizen, Gerste, Roggen. Diese Abstufungen entsprechen der Reihenfolge, wie sie im Laboratorium für Botanik der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem ermittelt wurde (3), wenn man vom Weizen absieht, der noch nicht eingereicht wurde.

In zahlreichen Versuchen mit Gelatine wurde versucht, den Keimungsabstand zwischen Getreidearten, der sich bei Verwendung hochprozentiger Gelatine ergibt, abzumessen. Am besten ist es den Zuwachs an Keimzahlen am zweiten Tag in Vergleich zu

Keimungszahlen auf hochprozentiger Gelatine

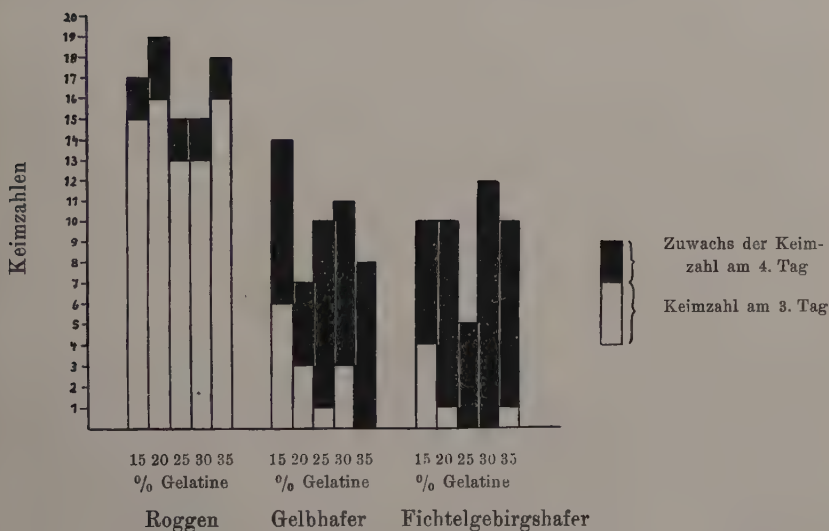


Abb. 9.

setzen mit den Keimzahlen des ersten Keimungstages und diese Differenzen unter den Arten zu vergleichen. Legt man 20 Körner von Roggen und Hafer auf hochprozentige Gelatine, so zeigt sich, daß der Roggen schon am ersten Zähltag in der Keimzahl sehr weit gelangt, daß demnach sein Zuwachs am zweiten Tag nur

mehr gering ist. Dagegen gewinnt der Hafer viel langsamer sein Keimungswasser. Seine Anfangskeimzahl bleibt gering, erst am zweiten Zähltag erreicht er höhere Keimzahlen. Der Unterschied zwischen den beiden Hafersorten (v. Lochows Gelbhafer und Fichtelgebirghafer) ist undeutlich, hierfür müssen feinere quantitative Methoden Anwendung finden. Die qualitative Methode ist hierfür zu grob.

Die quantitativen Saugkraftmessungen wurden nach der Methodik von Konrad Meyer (5) durchgeführt. Nach dieser Methodik ist es möglich mehrere Sorten in einer Keimschale zugleich zu beobachten. Zur Methodik. Verwendet wurden Zinkgefäße, die mit Eisenlack überzogen waren. Die Gefäße waren 32,5 cm lang, 20 cm breit und 4 cm hoch. Der Boden hatte einen Abzug, so daß die Lösung beliebig erneuert werden konnte. In die Gefäße wurde ein Holzrahmen gelegt, gleichfalls mit Eisenlack überzogen, auf dem die mit Messingstiften befestigten Glasstäbe ruhten. In die Rillen, die die aneinandergelegten Glasstäbe bildeten, wurden die Körner ausgelegt und die Menge der Zuckerlösung so bemessen, daß die Körner mit ihr in Berührung kamen. Die Lösung wurde jeden zweiten Tag erneuert. Die gekeimten Körner wurden bei der Zählung entfernt.

Quantitative Saugkraftbestimmungen.

Versuch 1.

Die Körner wurden am 11. 9. 1928 so eingelegt, daß die eine Rille von der einen Sorte, die benachbarte von der anderen eingenommen wurde. Es waren angekeimt:

	0	0,2	0,4	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75
	mol								
13. 9. 1928									
Gelbhafer	39	47	14	2	4	2	—	—	—
Weißhafer	45	37	3	—	—	—	—	—	—
14. 9. 1928									
Gelbhafer	43	49	37	35	29	33	1	4	—
Weißhafer	49	44	17	13	4	3	—	—	—
15. 9. 1928									
Gelbhafer	43	49	44	42	39	41	25	19	9
Weißhafer	49	49	39	30	21	11	2	—	—

Die bildliche Darstellung ergibt folgende Keimungsabstände:

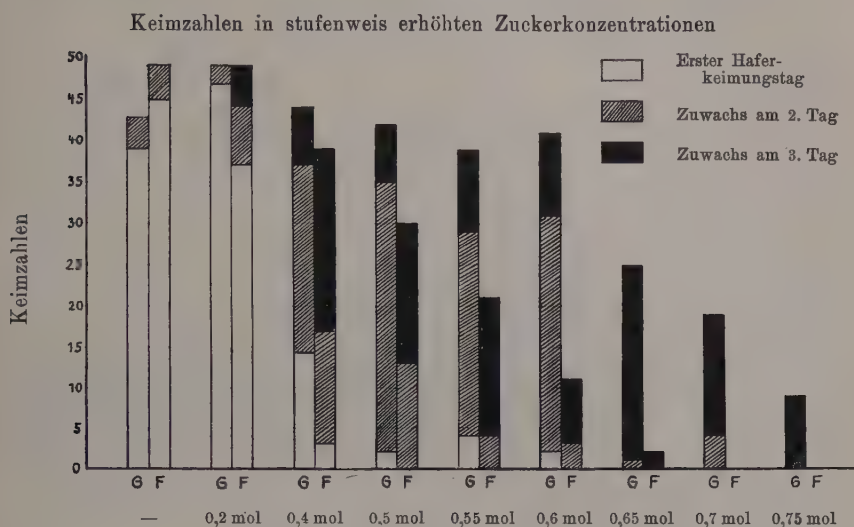


Abb. 10.

Die Keimverzögerung des Weißhafers in Zuckerlösungen, verglichen mit der des Gelbhafers, ist deutlich. Der Gelbhafer hat überall einen großen Vorsprung, den der Weißhafer hinsichtlich der Keimzahl erst nach vielen Stunden einholt.

Versuch II.

(Zahlentabelle ohne Kurve.)

Am 15. 9. 1928 wurden 50 Körner eingelegt. Es waren angekeimt:

	0	0,2	0,4	0,5	0,55 mol	0,6	0,65	0,7	0,75
17. 9. 1928									
Gelbhafer	35	33	5	1	—	—	—	—	—
Weißhafer	36	26	2	—	—	—	—	—	—
18. 9. 1928									
Gelbhafer	48	46	36	29	20	21	1	1	—
Weißhafer	48	49	16	2	—	3	—	—	—
19. 9. 1928									
Gelbhafer	48	46	39	43	40	39	24	11	—
Weißhafer	49	49	36	17	12	16	—	1	—

Während die Gelatinemethode den Unterschied nur undeutlich erkennen läßt, zeigen die quantitativen Saugkraftbestimmungen eindeutig, daß der Gelbhafer über die höheren Saugkräfte verfügt.

Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

1. Bei den Versuchen zeigte sich, daß sowohl v. Lochows Gelbhafer als auch der Fichtelgebirgshafer gegen hohe Salzkonzentrationen in Wasserkultur empfindlich sind. Beide Haferarten erleiden in hohen Konzentrationen rasch Chlorophylldefekte. Bemerkenswert ist die im Vergleich zu Gerste und Weizen stark hemmende Einwirkung von Kochsalzlösungen auf die Keimung. Als das beste Wasserkulturrezept hat sich die Nährlösung erwiesen, die O. Richter für die Reispflanze erarbeitet hat. Der Zusatz von 0,4 ‰ vom Mohrschen Salz bewirkte eine sehr gute Entwicklung der Haferpflanzen. Der Hafer steht ernährungsphysiologisch der Reispflanze nahe. Reis und Hafer sind Pflanzen feuchter Gründe, sind ferrophil und manganophil.

2. Es zeigt sich in allen Versuchsreihen, daß der Hafer über geringe Saugkräfte verfügt. Der Fichtelgebirgshafer steht hinsichtlich seiner osmotischen Leistungen noch deutlich unter dem Gelbhafer. Sowohl mit Hilfe der Methode Merckenschlager—Scheibe als mit Hilfe der Methode Eibl—Buchinger—K. Meyer ist der Unterschied in der Saugkraftleistung zwischen beiden Haferarten sichtbar zu machen.

3. Über zwei Vegetationsperioden erstreckte sich die Registrierung der Guttationsfälle in Wasserkulturen. Im Verhältnis zu den Erdkulturen sind Guttationsfälle in Wasserkulturen selten, doch zeigte sich bei den Versuchen, die sich über eine große Zeitdauer erstreckten, daß der Gelbhafer in allen Wasserkulturen (Knop, v. d. Crone, Stoklasa) häufiger in Guttation angetroffen wurde, als der Fichtelgebirgshafer.

4. Das Licht übt auf beide Sorten bei der Keimung nicht eine gleich starke Wirkung aus. Das Licht hält beim Gelbhafer das Wachstum der Koleoptile am deutlichsten zurück.

Die Untersuchungen wurden in den Jahren 1927 und 1928 im Laboratorium für Botanik der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem ausgeführt. Ich danke Herrn Geheimrat Professor Dr. Appel für die wohlwollende Unterstützung. Herr Dr. F. Merckenschlager stellte mir das Thema und förderte die Untersuchungen mit Rat und Tat. Herrn Dr. A. Scheibe bin ich für seine hilfsbereite Unterstützung zu großem Dank verpflichtet.

Literatur.

1. Hiltner, L., Beobachtungen und Untersuchungen über die sogenannte Dörrfleckenkrankheit des Hafers (Hafersucht). Prakt. Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Bd. 12, 1914, S. 28.
2. Merckenschlager, F., Methoden zur physiologischen Diagnostik der Kulturpflanzen, dargestellt am Buchweizen. J. Springer, Wien 1926.
3. — Tafeln zur vergleichenden Physiologie und Pathologie der Kulturpflanzen. O. Schlegel, Berlin 1927.
4. Merckenschlager, F. und Klinkowski, M., Zur vergleichenden Physiologie pflanzlicher Rassen (Fichtelgebirgshafer und v. Lochows Gelbhafer). Die Ernährung der Pflanze, Nr. 23, 1927, S. 369.
5. Meyer, K., Ein Beitrag zur Methodik der Saugkraftmessungen im Keimlingsstadium. Journal f. Landwirtschaft, Bd. 76, 1928, S. 11.
6. Beyer, A., Zur Keimungsphysiologie von *Avena sativa*. Ber. d. Dtsch. Bot. Gesellsch., Bd. 45, 1927, S. 186.
7. Raum, H., Züchtung und Saatbau des Fichtelgebirgshafers. Landwirtsch. Jahrb. f. Bayern, Jahrg. 2, 1912, S. 863.
8. Lemmermann, O. und Fresenius, L., Untersuchungen über die Azidität der Böden und ihre Wirkung auf keimende Pflanzen. Zeitschr. f. Pflanzenernährung u. Düngung, Jahrg. 1, 1922, S. 12.
9. Munkelt, W., Versuche zur Stoffwechsellpathologie der Kulturpflanzen. Angewandte Botanik, Bd. IX, 1927, S. 35.
10. Bokorny, Th., Ernährung grüner Pflanzenzellen mit Formaldehyd. Landw. Jahrbücher, Bd. 21, 1892, S. 447.
11. — Organische Kohlenstoffernährung der Pflanzen. Zentralbl. f. Bakteriöl., Abt. II, Bd. 47, S. 194.
12. Richter, O., Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Kulturgräser. I. Über das große Eisenbedürfnis der Reispflanze (*Oryza sativa* L.). Fortschritte d. Landwirtschaft, 1926, S. 637.
13. Jimenez, A. L., Die Wirkung des Mangans auf das Wachstum und auf den Ertrag von Reis. Ref. aus Biedermanns Zentralbl., Jahrg. 57, 1928, S. 329.
14. Loew, O., Über Reizmittel des Pflanzenwachstums und deren praktische Anwendung. Landw. Jahrbücher, Bd. 32, 1903, S. 437.
15. Stahl, E., Zur Physiologie und Biologie der Exkrete. Flora, Bd. 13, 1920, S. 23.
16. Montfort, C., Die Wasserbilanz in Nährlösung, Salzlösung und Hochmoorwasser. Zeitschr. f. Botanik, Jahrg. 14, 1922, S. 87.

17. Merckenschlager, F., Lupine und Buchweizen (ein physiologischer Vergleich). Mitt. d. Dtsch. Landw.-Gesellsch., Stück 19, 1928, S. 482.
18. Munkelt, W., Kalium und Natrium, verglichen in ihrer Wirkung auf die Guttation. Die Ernährung der Pflanze, Nr. 4, 1928, S. 66.
19. Stoklasa, J., Zusammensetzung des Chlorophylls. Beihefte z. Bot. Zentralbl., XXX, Heft 1, 1913, S. 221.
20. Scheibe, A., Morphologisch-physiologische Untersuchungen über die Transpirationsverhältnisse bei der Gattung Triticum und deren Auswertung für Pflanzenzüchtung und Kulturpflanzenökologie. Angewandte Botanik, Bd. IX, 1927, Heft 2, S. 199.
21. Huber, B., Die Beurteilung des Wasserhaushaltes der Pflanze. Ein Beitrag zur vergleichenden Physiologie. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 64, 1925, S. 1.
22. Scheibe, A., Systematik und Entwicklungsrhythmus unserer Getreidesorten. Fortschr. d. Landwirtsch., Heft 17, 1927.
23. Walter, H., Der Wasserhaushalt der Pflanze in quantitativer Betrachtung. Naturw. u. Landw., 1925, Heft 6, S. 13.
24. Ursprung, A. und Blum, G., Zur Kenntnis der Saugkraft. V. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., Bd. 39, 1921, S. 189.
25. Scheibe, A., Über das sorteneigentümliche Verhalten der Kulturpflanzen im Keimlingsstadium, dargestellt am Sommerweizen. Fortschr. d. Landwirtsch., 1927, S. 677.
26. Eibl, A., Osmotische und Saugkraftmessungen an Kulturpflanzen. Fortschr. d. Landwirtsch., 1926, S. 269 u. 661; 1927, S. 18 u. 123.
27. Zederbauer, E., Die Wasserversorgung unserer Kulturpflanzen. Wiener Landw. Ztg., 1928, Nr. 11/12.
28. Buchinger, A., Saugkraftmessungen („Osmotisches Verhalten“) verschiedener Gerstensorten. Fortschr. d. Landwirtsch., 1927, S. 344.
Oppenheimer, H., Osmotische Saugkraftmessungen an unseren Kulturpflanzen. Fortschr. d. Landwirtsch., 1927, S. 215.
Pammer, F., Osmotische und Saugkraftmessungen. VII. Gräser und Leguminosen. Fortschr. d. Landwirtsch., 1928, S. 441.
29. Ursprung, A. und Blum, G., Eine Methode zur Messung von Hartlaub. Arb. f. wiss. Bot., Bd. 67, S. 340.
30. Körting, Dissertation Landw. Institut Kiel 1928, noch unveröffentlicht.
31. Hiltner, E., Die Dörrfleckenkrankheit des Hafers und ihre Heilung durch Mangan. Das Kohlensäure-Mineralstoffgesetz, ein Beitrag zur Physiologie nichtparasitärer Krankheiten. Landw. Jahrbücher, Bd. 60, S. 689.

Besprechungen aus der Literatur.

Bibliographia Genetica. IV, 1928. 's-Gravenhage, Martinus Nijhoff.

Eine Reihe monographischer Bearbeitungen der bisher vorliegenden genetischen und cytologischen Ergebnisse für verschiedene Pflanzengattungen und Familien. Tine Tammes (S. 1—36) bespricht die Vererbung bei der Gattung *Linum*. Es werden zunächst die Vererbungserscheinungen bei den verschiedenen Merkmalsgruppen (Blütenfarbe, Antherenfarbe, Gestalt der Blütenblätter und Antheren, Samenfarbe, Fruchtbau, Habitus und Fruchtbarkeit) bei den hemostylen Arten — spez. *Linum usitatissimum* — genauer besprochen. Darauf folgt eine kürzere Darstellung der Verhältnisse bei den heterostylen Arten und eine Zusammenstellung der bisher festgestellten Chromosomenzahlen. Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, daß das Genus *Linum* wohl nicht einheitlich ist, da die Arten sowohl in bezug auf die Chromosomenzahl (9—18) als auch hinsichtlich der Chromosomengestalt Differenzen zeigen. — In ganz ähnlicher Weise bespricht E. R. Saunders die Vererbung bei *Matthiola* (S. 141—170). Nach einer historischen Einleitung wird vor allem *M. incana* besprochen, die als alte Kulturpflanze ja eine große Anzahl von Rassen aufweist. In einer historischen Einleitung wird zunächst versucht, Ort und Zeit der Entstehung neuer Mutationen nachzuweisen, die sich durch Anthozyangehalt, Plastidenfarbe, Verzweigung, Oberflächenbeschaffenheit usw. unterscheiden. Es folgt dann eine Faktorenanalyse für die verschiedenen Merkmalsgruppen. Ganz kurz werden schließlich die Verhältnisse bei *M. sinuata* besprochen. S. C. Harland (S. 171—178) gibt Faktorentabellen und Kreuzungsschemata für *Rizinus communis*. Koppelung konnte nur für zwei Faktoren (M: mahagonifarbene Blätter und Stengel — und B: leichter Wachsbelag auf Stamm, Blättern und Früchten) festgestellt werden. Aus den Kreuzungsergebnissen wird geschlossen, daß sie im gleichen Chromosom in einem Abstand von 8,3 Einheiten gelegen sind. — Die Vererbungserscheinungen bei der Gattung *Nicotiana* sind von E. M. East zusammengestellt worden. Zuerst wird eine Übersicht der wichtigsten zu genetischen Versuchen verwandten Arten gegeben, wobei in Anlehnung an einen Vorschlag von Don drei Sektionen (*tabacum*, *rustica*, *petunioides*) unterschieden werden. Die Chromosomenzahl ist für 31 Arten bekannt. Hiervon besitzen drei Arten 8 oder 9 Chromosomen, drei Arten 10, vierzehn Arten 12 Chromosomen, bei einer Art wurden 16 und bei den übrigen zehn Arten je 24 Chromosomen gefunden. Die gegenseitigen Beziehungen der einzelnen Arten konnten trotz des reichen Tatsachenmaterials (das Literaturverzeichnis umfaßt mehr als 200 Arbeiten), nicht völlig klargestellt werden. Für die mutmaßlichen Zusammenhänge wird ein übersichtliches Schema gegeben. Unklar ist auch, wodurch die Entwicklung des Endosperms und des Embryos in manchen Fällen gehemmt wird — es besteht auch keine Beziehung zwischen Keimprozent und Lebensfähigkeit der Keimlinge. Merkwürdig ist ferner, daß Kreuzungen zwischen Arten mit verschiedener Chromosomenzahl oft dann besonders erfolgreich sind, wenn der Pollen von der Pflanze mit geringerer Chromosomenzahl stammt. — H. Bleier behandelt die Genetik und Cytologie teilweise und ganz steriler Getreidebastarde (S. 321—400). Es handelt sich

dabei um Bastarde zwischen Arten von verschiedenem Chromosomenbestand, bei denen sich die Reduktionsteilung nicht normal abspielen kann und die oft zur Bildung von Riesenformen neigen. Dieser Umstand kann auch praktische Bedeutung erlangen. Auch hier ist festzustellen, daß zwar viele Einzeltatsachen bekannt sind, die aber bislang noch keine Erklärung der verschiedenartigen Vererbungs- und Sterilitätserscheinungen erlauben. Theoretisch hat man versucht, die Erscheinungen zur Klärung der Abstammungsfrage beim Weizen heranzuziehen — es herrscht allerdings bezüglich der Stammlatern noch durchaus keine Einigkeit. — R. Ruggles Gates berichtet über den Stand der cytologischen Forschung an *Oenothera* (S. 401—492). Bei den guten Arten finden sich durchweg 14 Chromosomen (diploid), bei den Mutationen schwankt die Zahl zwischen 14 und 29. Die somatische und die Reduktionsteilung werden genau besprochen, ebenso die Vorgänge bei der Embryosackbildung, der Befruchtung und der Samenbildung. Hierauf folgt Besprechung der Apogamie, der Pollenschläuche und der Cytologie tetraploider bzw. triploider Formen. Besonders eingehend werden die Verhältnisse bei den Formen mit 15 Chromosomen besprochen, die Unregelmäßigkeiten bei der Reduktionsteilung (Non-disjunction) zeigen. P. Metzner (Tübingen).

Brockmann-Jerosch, H. Die Vegetation der Schweiz. Dritte Lieferung, Bern 1928, Verlag Hans Huber S. 289—384. 1 Karte.

Das dritte Heft von Brockmann-Jeroschs „Vegetation der Schweiz“ erörtert die Wärmeverteilung und ihren Einfluß auf die Pflanzenwelt. In dieser Hinsicht sind wohl in keinem anderen Gebirgslande der Erde so viele Daten über die Unterschiede von Ufer- und Binnenlagen, von Hang- und Tal-Stationen, von ozeanischen und kontinentalen Gebirgsdaten gesammelt und wissenschaftlich ausgewertet worden, wie in der Schweiz. Ihre sorgfältige und originelle Bearbeitung durch Brockmann hat daher allgemeine Bedeutung, und bei der bekannten Einstellung des Verfassers bietet sie auch für die angewandte Botanik eine Fülle von lehrreichen Tatsachen und anregenden Gedanken. — Das Heft enthält eine große Karte, auf der die Höhenlinien der Baumgrenze in der Schweiz nach den neuesten Quellen dargestellt sind. L. Diels.

Engelbrecht, Th. H. Die Feldfrüchte des Deutschen Reichs. Erster Teil, Atlas von 41 Karten. Arbeiten der D. L. G. Heft 357. 1928. Mitgliederpreis 18 RM.

In dem neuen Werk des Verfassers, der durch seine grundlegenden Arbeiten auf dem Gebiete der bisher noch zu wenig beachteten Landwirtschaftsgeographie bekannt ist, wird ein weiterer Baustein zum Gebäude dieser ebenso interessanten wie wichtigen Disziplin der Landwirtschaftswissenschaft gelegt.

Auf Grund der 1913 aufgenommenen Statistik der landwirtschaftlichen Bodennutzung sind die vorliegenden 41 Karten zusammengestellt, wobei 38 Feldfrüchte in die Untersuchung einbezogen wurden. Von methodischer Bedeutung ist hierbei die Vergleichsbasis, als solche wurde die gesamte Getreidefläche gewählt. Erst durch die Beziehung der Feldfrüchte auf diese relativ enge Vergleichsbasis erwies es sich als möglich, die Bedeutung der einzelnen Ackerfrüchte im landwirtschaftlichen Betrieb des jeweiligen Kreises zu charakterisieren. Durch um-

fangreiche statistische Berechnungen, die in vielen Fällen auf nicht-veröffentlichtem statistischen Material fußen mußten, wurden diese Verhältniszahlen für sämtliche Kreise des Deutschen Reichs errechnet, sie ergaben kartographisch dargestellt den ersten Teil des Werkes. Durch gleichlaufende Berechnungen für sämtliche Gemeindebezirke Deutschlands wurde die Grundlage für den später zu veröffentlichenden zweiten Teil der „Feldfrüchte des Deutschen Reichs“ geschaffen.

Die vorliegenden Karten des ersten Teils ergeben so ein außerordentlich anschauliches und lehrreiches Bild von der geographischen Verbreitung nicht nur unserer wichtigsten Kulturpflanzen, sondern darüber hinaus von landwirtschaftlichen Sonderkulturen, wie des Tabaks, der Zichorie, des Leins, um einige von ihnen zu nennen.

Die Erkenntnis und Herausarbeitung der Anbauzonen unserer Kulturpflanzen, wie sie in dem vorliegenden Werk geschehen ist, wird als Basis für eine Anzahl weiterer betriebswirtschaftlicher und pflanzenbaulicher Untersuchungen dienen können. Auch für den Pflanzenschutz, die Phänologie und den landwirtschaftlichen Unterricht ist der Atlas von großem Interesse. Untersuchungen dieser Art werden das Verständnis und das Interesse für die Landwirtschaftsgeographie weiter fördern, so daß man dem Erscheinen des zweiten Teils mit Erwartung entgegensehen kann.

Voss, Berlin-Dahlem.

Güssow, H. T. & Odell, W. S. Mushrooms and toadstools. 274 S. 128 Abb. (1 koloriert). Ottawa, Canadian Ministry of Agriculture. 1927.

Die Verfasser geben hier einen Überblick der gewöhnlichen essbaren und giftigen Hutpilze u. a. Canadas mit Beschreibungen von mehr als 180 Arten und vorzüglichen photographischen Tafeln zur Veranschaulichung derselben. Das Buch ist für Naturfreunde und Studenten ein wertvoller Wegweiser zur leichten Auffindung der Vertreter dieser wegen ihrer Verwendung als Genußmittel beliebten Pilzgruppe. Es enthält sowohl Angaben über Nutzwert, holzzerstörende Tätigkeit und Giftigkeit der einzelnen Formen, über Champignonzucht und die Kulturbedingungen für andere Hutpilze und Schwämme in der Natur. Diese zusammenfassende Darstellung der reichen Pilzflora Canadas ist wegen der Mannigfaltigkeit ihrer Wuchsformen zu Vergleichen mit den europäischen Arten besonders geeignet und bei dem auffallend niedrigen Preise (1 Dollar) auch weiten Kreisen zugänglich.

H. W. Wollenweber, Berlin-Dahlem.

Herbariumsmappe der Süddeutschen Apothekerzeitung.

Die vorgelegte Mappe enthält 100 weiße Papierbogen (25:37 cm), in die die gesammelten Pflanzen einzukleben sind, 22 dünnere, farbige Bogen, in denen Arten derselben Gattung zusammen untergebracht werden und 10 auf beiden Seiten umgeschlagene Kartons für die Familien, ferner bedruckte Zettel für die Familien und das System zum Aufkleben auf die entsprechenden Mappen und eine Tabelle des Systems (nach Englers „Syllabus“). Der Preis von 13 M für eine solche Mappe hält sich durchaus auf der Höhe von dem, was man für ein Herbar anlegen muß, das übersichtlich und sauber sein soll. Das Format ist gut. Dem Anfänger wird die Mappe Enttäuschungen, verlorene Arbeit und Ausgaben ersparen, die durch Versuche mit irgend welchen Anordnungs- und Aufbewahrungsmethoden entstehen, die sich später als unzweckmäßig oder unzureichend herausstellen. Vorteilhafter wäre es gewesen, wenn

man für die Bogen, die die gepreßten Pflanzen aufnehmen, etwas rauheres Papier genommen hätte, da dann auch nicht aufgeklebte Pflanzen schwer herausrutschen. Und besonders für kleinere Privatherbarien lohnt sich die Mühe des Aufklebens oft nicht.

G. Kretschmer, Dahlem.

Klein, G. Praktikum der Histochemie. 71 Seiten mit 64 Abbildungen. Wien und Berlin 1929. Verlag von Julius Springer.

Die Histochemie bietet neben dem Vorteil der Zeit- und Materialökonomie oft die einzige Möglichkeit über Funktion und Genese einzelner Zellen oder ihrer Bestandteile Aufschluß zu geben. Die chemisch noch nachweisbaren Mengen können sehr klein sein, besonders wenn diese in gelöstem Zustande vorliegen, d. h. die Erfassungs- und die Empfindlichkeitsgrenze liegt meist sehr hoch. Von einer gut brauchbaren histochemischen Reaktion ist zu fordern, daß sie einfach und eindeutig ist. Viele makrochemischen Nachweise sind ihrer Kompliziertheit wegen nicht anwendbar. So muß in manchen Fällen auf eine spezifische Reaktion verzichtet werden, und Gruppenreaktionen müssen an ihre Stelle treten. Reicht die Substanzmenge in einer Zelle zum histochemischen Nachweis nicht aus, ist es nötig, ganze Gewebekomplexe in die Betrachtung einzuschließen. Ebenso bietet der wichtige Nachweis von Stoffwechselprodukten ihrer geringen Mengenverhältnisse wegen große Schwierigkeiten. Die für die Histochemie so sehr erwünschte Lokalisation der Fällungen ist nur in beschränktem Maße möglich. Meist wirken die Reagenzien zelltötend und können dadurch sekundäre Reaktionen hervorrufen. Nicht immer wirkt das Reagenz gleichmäßig und in gleicher Konzentration ein und wird oft schon durch periphere Zellschichten verbraucht. Hierzu kommt, daß viele Reagenzien nur mit herausdiffundierten Substanzen reagieren.

Auf all diese Schwierigkeiten geht das „Praktikum der Histochemie“ ein. Die Beschreibungen der Methoden und der dazu nötigen Apparaturen sind, soweit es im Rahmen dieses Buches liegt, in ausführlicher Weise gegeben. Besonders praktisch scheint mir die Mikrowaschvorrichtung mit Kapillarheber nach Tauböck, die Mikrogas- und Sublimationskammer nach Molisch, der Gallowaysche Mikrodestillations- sowie der Mikrosublimations- und Mikroschmelzpunktapparat nach Klein. Vom speziellen chemischen Abschnitt nimmt der organische den weitaus größten Teil ein. Im einzelnen auf die Reaktionen einzugehen, ist der Fülle des Materials wegen nicht möglich.

Ogleich für die botanische Histochemie zahlreiche brauchbare, gut durchgearbeitete Reaktionsmethoden vorhanden sind, steht die zoologische weit hinter ersterer zurück. Besonders ist der lokalisierte Nachweis wegen der geringeren Widerstandsfähigkeit der tierischen Zelle noch nicht möglich. Hierbei hat sich Verf. daher nur auf die wirklich sicheren Reaktionen beschränkt.

Da vorliegendes Buch den Studierenden der Botanik und Pharmakognosie eine Anleitung zu den praktischen Übungen geben soll, liegt sein besonderer Wert einerseits in der kurzen aber genauen Angabe der notwendigsten Methoden, sowie in Beschreibung der dazu nötigen Apparaturen, andererseits in der übersichtlichen Anordnung der einzelnen chemischen Nachweise. Zahlreiche Abbildungen unterstützen erläuternd den Text.

Bärner, Berlin-Dahlem.

„**Mikroskopie für Naturfreunde.**“ Illustrierte Monatsschrift. (Hugo Bermühler, Berlin-Lichterfelde.)

Die Aufsätze bringen nicht nur brauchbare Anleitungen für den Anfänger, sondern auch für den, der in der mikroskopischen Welt bereits Erfahrungen und Kenntnisse gesammelt hat, recht Interessantes. Die Ausstattung der Hefte ist gut. G. Kretschmer-Dahlem.

Neue Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik.

Bartels, Dr. agr. Dipl.-Landw. Fritz, Bonn am Rhein, Meckenheimer Allee 106 II.

(Angemeldet durch: Riede, Bonn-Poppelsdorf.)

Bos, Dr. H., Rijksproefstation voor Zaadcontrole, Wageningen (Holland).

Kondo, Prof. Dr. M., Ohara-Institut für landw. Forschung, Kurashiki (Japan).

Kretschmer, Dr. Gerhard, Biolog. Reichsanstalt, Berlin-Dahlem.

(Angemeldet durch: Snell, Berlin-Dahlem.)

Christiansen-Weniger, Prof. Dr., Institut für Acker- und Pflanzenbau, Angora (Türkei).

(Angemeldet durch: Müller, Angora, Türkei.)

Doerfel, Dr., Berlin W 50, Neue Ansbacher Str. 15 I.

Friesen, Dr. Georg, Braunschweig, Göttingstr. 21 III.

(Angemeldet durch: Gaßner, Braunschweig.)

Hauser, Dr. I., o. ö. Prof. für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der kön. ung. landw. Akademie zu Debreczen-Pallag (Ungarn).

Lieber, Dr. R., Saatzuchtanstalt der Badischen Landwirtschaftskammer, Rastatt (Baden).

Münch, E., Dipl.-Landwirt, Schladen am Harz.

(Angemeldet durch: Appel, Berlin-Dahlem.)

Heuser, Prof. Dr., Direktor des Instituts für Pflanzenzüchtung, Landsberg a. W., Theaterstr. 25.

(Angemeldet durch: Schander, Landsberg.)

v. Kameke, L. G., Thunow (Kr. Köslin).

(Angemeldet durch: Schmidt, Streckenthin.)

Kempski, Reg.-Rat a. D. Prof. Dr., Landw. Sachverständiger, Buenos Aires, Casilla Correo 214.

(Angemeldet durch: Braun, Berlin-Dahlem.)

v. Kessler, Dipl.-Landwirt Ernst, Biologische Reichsanstalt, Berlin-Dahlem.

(Angemeldet durch: Hogetop, Berlin-Dahlem.)

Naumow, Dr. N., Prof. an der Universität und dem landw. Institut, Leningrad USSR., Detskoe Selo.

(Angemeldet durch: Wollenweber, Berlin-Dahlem.)

Wartenberg, Dr., Assistent an der Biologischen Reichsanstalt, Zweigstelle Stade, Harsefelder Str. 57.

(Angemeldet durch: Merckenschlager, Berlin-Dahlem.)

Einladung

zur Teilnahme an der Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik und der wissenschaftlichen Sitzung in Königsberg vom 28. bis 30. Juni 1929.

Die Tagung wird gemeinsam mit der Gesellschaft zur Förderung Deutscher Pflanzenzucht stattfinden. Es ist folgendes Programm in Aussicht genommen:

Freitag, den 28. 6. 1929. Tagesausflug nach Rossitten.

Abends zwangloses Beisammensein in Königsberg.

Sonnabend, den 29. 6. 1929.

9–12 Uhr. Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik; anschließend wissenschaftliche Sitzung.

12¹/₂ Uhr. Ordentl. Hauptversammlung der Gesellschaft zur Förderung Deutscher Pflanzenzucht.

16 Uhr. Gemeinsame festliche Eröffnungssitzung.

Sonntag, den 30. 6. 1929.

10 Uhr. Gemeinsame wissenschaftliche Sitzung beider Vereinigungen.

Nachmittags: Ausflug nach Seebad Crantz.

Montag und Dienstag: Exkursionen.

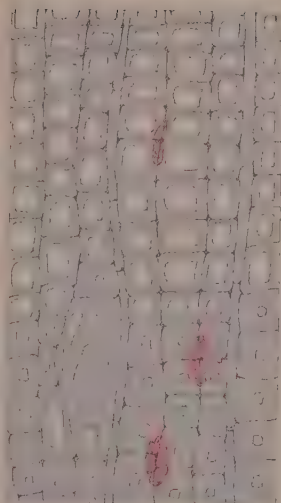
Personalnachrichten.

Ministerialrat Streil ist zum Ministerialdirektor im Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft ernannt worden.

Prof. Dr. Korff ist zum Honorar-Professor an der Technischen Hochschule in München ernannt worden.



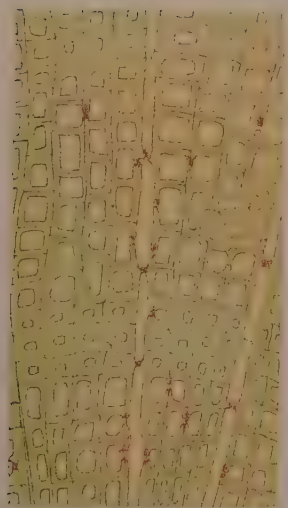
1



2



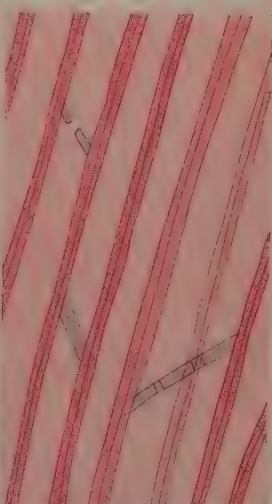
3



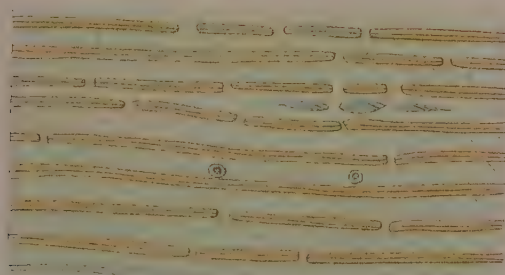
4



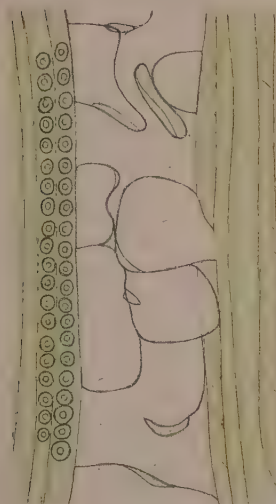
5



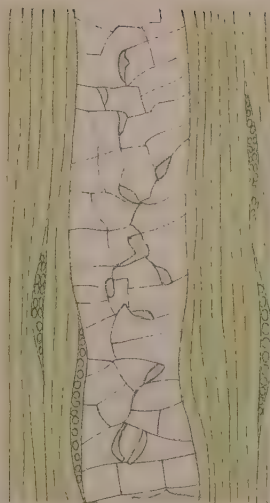
6



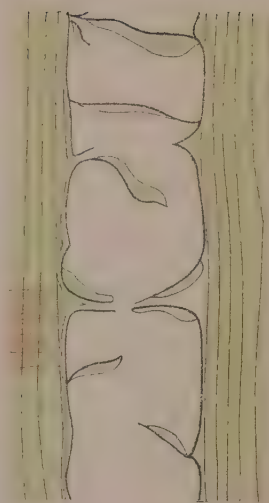
7



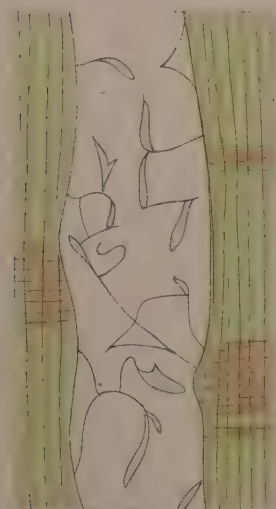
8



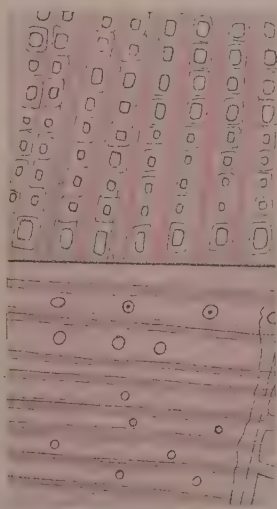
9



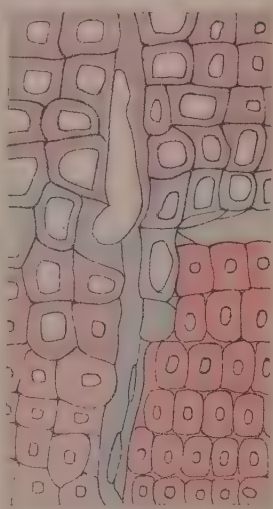
10



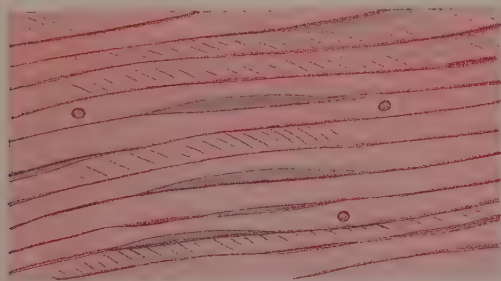
11



12



13



14



Zur Frage der planmäßigen Erzielung hochwirksamer Leguminosen-Knöllchenbakterienkulturen.

Von

C. Stapp.

(Laboratorium für Bakteriologie der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem.)

Im Anschluß an die von mir gemeinsam mit A. Müller gelieferten Beiträge zur Biologie der Leguminosenknöllchenbakterien, bei denen die Artverschiedenheit der letzteren besondere Berücksichtigung fand, und über die ich im Jahre 1925 ausführlich berichtet habe (1)¹⁾, führte ich weitere Untersuchungen aus, in der Absicht das Problem der Wirksamkeitsverstärkung dieser interessanten Organismengruppe, das nicht nur von rein wissenschaftlicher, sondern auch von allergrößter praktischer Bedeutung ist, auf experimentellem Wege seiner Lösung näherzubringen.

L. Hiltner hat bereits im Jahre 1900 die Behauptung aufgestellt (2): „Thätige Knöllchen verleihen der Pflanze Immunität gegen Bakterien von gleichem oder niedrigerem Virulenzgrade, als ihn die in den Knöllchen bereits enthaltenen Bakterien besitzen; nur Bakterien von höherer Virulenz vermögen noch in die Wurzeln einzudringen“. Auf Grund der Deutungen einiger seiner Beobachtungen und Untersuchungsergebnisse stellt er in der gleichen Veröffentlichung diese seine Annahme als eine in „der Pflanzenwelt bisher einzig dastehende **Tatsache**“²⁾ hin und vertritt auch noch mehrere Jahre später (3) mit Nachdruck diesen Standpunkt.

Es wäre also daraus abzuleiten, daß bei ein und derselben Pflanze, sofern sie gleichzeitig Knöllchen an den oberen Teilen der Hauptwurzel und an den weiter entfernten Teilen der Nebenwurzeln trägt, die Bakterien der Nebenwurzelknöllchen eine stärkere

¹⁾ Die geklammerten Zahlen bezeichnen die Nummern des am Schluß der Arbeit befindlichen Schriftenverzeichnisses.

²⁾ Vom Verfasser in Fettdruck gesetzt, in dem Original nur in Sperrdruck.

Wirksamkeit besitzen müßten als die der Hauptwurzelknöllchen, da die Bakterien der ersteren zeitlich später in die Pflanze eingedrungen sein müssen, als diejenigen der Hauptwurzelknöllchen, denn wir wissen mit Bestimmtheit, daß die betreffenden Mikroorganismen nur durch die Wurzelhaare in das Wurzelgewebe einzudringen vermögen, was auch P. F. Milovidov (4) und H. Viermann (5) in neueren Untersuchungen hierüber bei Lupinen wiederum bestätigen mußten.

Nehmen wir also einerseits solche Hauptwurzelknöllchen, andererseits die Nebenwurzelknöllchen derselben Pflanzen bzw. die Reinkulturen aus solchen verschieden sitzenden Knöllchen und benutzen die Zerquetschungen bzw. Aufschwemmungen zu Impfungen der gleichen Leguminosenart, so müßten wir, unter sonst gleichen Bedingungen — nach Hiltner — bei den mit Aufschwemmungen von Bakterienreinkulturen bzw. Zerquetschungen der Nebenwurzelknöllchen geimpften Versuchsreihen bzw. -parzellen eine günstigere Wirkung der Impfung feststellen können als bei Verwendung der Hauptwurzelknöllchen bzw. ihrer Bakterienreinkulturen. Diese günstigere Wirkung müßte dann in einer Ernteerhöhung ihren Ausdruck finden, denn, ebenfalls nach Hiltner (3, S. 48), scheinen Höchstserträge der Leguminosen überhaupt „nur durch Knöllchenwirkung zustande zu kommen“. Wenn andererseits Hiltner in der gleichen ersterwähnten Arbeit (2, S. 218) sagt: „Wir werden demnach in Zukunft, wenn wir wirklich wirksames, virulentes Impfmateriel für die Lupine erhalten wollen, die Ausgangskultur aus Knöllchen gewinnen müssen, die möglichst frühzeitig entstanden sind und dies dadurch bekunden, daß sie an der Hauptwurzel sitzen und auch bei sämtlichen übrigen Leguminosen würde es ein großer Fehler sein, die Reinkulturen aus beliebigen oder gar aus solchen Knöllchen zu gewinnen, welche tief und an den Endigungen der Seitenwurzeln sitzen“ so hätte das letztere — will man darin keinen Widerspruch Hiltners sehen — doch wohl nur Geltung, wenn die Hauptwurzeln ganz oder wenigstens in den oberen, älteren Teilen frei von Knöllchen wären und diese nur an den tieferen Teilen der Seitenwurzeln sich finden würden.

Im Jahre 1924 beginnend, wurde von mir in mehrjährigen Feldversuchen geprüft, inwieweit Hiltners Annahme einer abgestuften Wirksamkeit der Bakterien aus Knöllchen ein und derselben Pflanze — je nach dem Sitz der Knöllchen an Haupt- oder Nebenwurzeln — zutreffend ist.

Als Versuchspflanze wurden eine Lupinenart (*Lupinus mutabilis*) und zwei Sojavarietäten (*Soja hispida*, schwarze und braune Varität) gewählt; die erstere deshalb, weil Hiltner gerade auf die Lupine häufiger Bezug nimmt und die Sojavarietäten deshalb, weil ihre Knöllchen ohne große Mühe und fast quantitativ genau von dem Wurzelsystem abgelöst und deshalb ihre jeweiligen Gesamtmengen leicht gewichtsmäßig erfaßt werden konnten.

Während die Gewinnung von Bakterien der Nebenwurzelknöllchen unter den oben dargelegten Bedingungen nach Hiltner ein Weg sein müßte, um sicher in den Besitz von Bakterienkulturen höherer Wirksamkeit zu gelangen, soll ein zweiter Weg zu dem gleichen Ziel zu kommen, derjenige der „Pflanzenpassage“ sein, denn nach ihm wird man (2, S. 198) „durch zeitweilige wiederholte Übertragung der Reinkultur auf die lebende Pflanze die Wirkung sehr steigern können“.

Mit dem gleichen Jahre, also auch 1924, beginnend, ließ Ehrenberg seinen Schüler H. Wunschik die Richtigkeit der oben als zweiten Weg geschilderten Vermutung Hiltners in Vegetationsversuchen nachprüfen; über die dabei erhaltenen Ergebnisse haben Ehrenberg (6) sowohl wie Wunschik (7) bereits im Jahre 1925 berichtet. Von den 7 verschiedenen Versuchspflanzen und zwar Peluschke (*Pisum arvense*), Wicke (*Vicia sativa*), Serradella (*Ornithopus sativus*), 2 Lupinenarten (*Lupinus luteus* und *angustifolius*), Rotklee (*Trifolium pratense*) und Weißklee (*Trif. repens*) eigneten sich nach ihnen Peluschken, Wicken, Serradella und Gelblupine für diese Zwecke, d. h. „die Möglichkeit einer Erhöhung der Wirksamkeit des Knöllchenerregers“ in wiederholter Passage durch diese 4 Pflanzen konnte von ihnen bestätigt werden.

Da bei den von mir durchgeführten Feldversuchen sich Hiltners Hypothese von der höheren Wirksamkeit der später in die Pflanzenwurzel eingedrungenen Bakterien gegenüber den früher eingedrungenen, wie schon in den ersten beiden Versuchsjahren zu ersehen war, nicht bestätigen ließ, der zweite Weg einer Wirksamkeitserhöhung bei einigen Leguminosen nach Ehrenberg und Wunschik sich aber wenigstens im Vegetationsversuch als gangbar erwies, wurde, in Anbetracht der Bedeutung dieser Feststellung, von mir im Jahre 1926 in eine Nachprüfung der letzteren Versuche eingetreten und zwar vorläufig nur mit Peluschke und mit Serradella.

Bevor die Feld- und Vegetationsversuche und ihre Ergebnisse des Näheren besprochen werden, scheint es mir nötig, auf einige Unklarheiten, unrichtige Deutungen und Mißverständnisse in der Literatur kurz einzugehen.

Wer sich mit Untersuchungen krankheitserregender, also pathogener Bakterien einerseits und der Leguminosenknöllchenbakterien andererseits jemals ernsthaft befaßt hat, wird zugeben müssen, daß man von einer Pathogenität und demnach von Virulenz bei der letzteren Bakteriengruppe nicht reden darf¹). Zwar will Hiltner beobachtet haben, daß bei Verwendung besonders „virulenter Bakterienkulturen“ gewisse Elemente der befallenen Pflanzen deutlich nachweisbare Schädigungen erleiden (2, S. 179), doch vermißt man in seinen sonst so überaus ausführlichen Darlegungen genauere Angaben darüber, welcher Art diese Schädigungen waren, an welchen Organen sie sich zeigten und wie sie einwandfrei nachgewiesen worden sind. Auch 1903 verweist Hiltner gemeinsam mit Störmer (8) auf frühere Versuche mit Erbsen, bei denen die Erbsenbakterien „eine direkte Schädigung der in stickstoffreiem Sande wachsenden Pflanze“ verursacht haben sollen. Wenn Wunschik in seiner Einleitung wörtlich sagt: „Eine Schädigung der Leguminosen durch das Zusammenleben mit dem Knöllchenerreger konnte bis jetzt nirgends endgültig festgestellt werden“, so weiß man nicht, hat er die diesbezüglichen Ausführungen Hiltners übersehen oder ihnen mit Absicht keinen Wert beigemessen. Bei seinen eigenen Untersuchungen „mit verschiedenen vegetationskräftigen Bakterien“, konnte er jedenfalls „einen rein pathologischen Zustand der Wirtspflanze nicht feststellen“. Wohl aber berichtet er von einem „Übergewicht des Knöllchenerregers über die Pflanze“ in einem Versuch mit Peluschken, wobei „ein **fast**²) pathologischer Zustand“ (S. 410) eingetreten sein soll, der nach ihm „aber nicht auf der Erzeugung von antigenen Infektionsstoffen und der zu geringen Produktion von Antikörpern zu deren

¹) Wenn D. Fehér und R. Bokor (Untersuchungen über die bakterielle Wurzelsymbiose einiger Leguminosenhölzer, *Planta*, Archiv für wissenschaftl. Botanik, 2, 1926, 406—412) allein aus dem Umstand, daß die Knöllchenbakterien von *Amorpha fruticosa* auf dem kohlehydrat- und eiweisreichen Bohnenextraktagar auch unter anaëroben Bedingungen, obgleich nur „sehr kümmerlich“, wuchsen, schließen, daß die Knöllchenbakterien „mangels genügender Luft auch zur parasitischen Lebensweise befähigt“ sind, so muß eine derartige Schlußfolgerung den Bakteriologen doch etwas sonderbar berühren.

²) Vom Verf. in Fettdruck gesetzt.

Neutralisation durch die Pflanze beruht, sondern vielmehr physiologischer Natur ist“. Deshalb möchte Wunschik die Bezeichnung „Virulenz“ bei den Knöllchenbakterien¹⁾ durch den schon früher mehrfach vorgeschlagenen Ausdruck „Wirksamkeit“²⁾ ersetzt sehen. Diese „Wirksamkeit“ zerlegt er in zwei Komponenten, erstens die „Vegetationsenergie“ und zweitens das „Stickstoffsammelungsvermögen“. Unter Vegetationsenergie versteht er „die Fähigkeit der Bakterien, in die Wurzeln einzudringen und sich daselbst zu vermehren“.

Wunschik nimmt ohne Berücksichtigung der entsprechenden neueren Literatur, die von Nobbe und Hiltner (9) angeblich mit Erfolg durchgeführte Umwandlung der Erbsen- in Bohnenbakterien als Tatsache hin; er folgert daraus weiter, daß die Leguminosenknöllchenbakterien als mehr oder weniger konstante Anpassungsformen einer einzigen Bakterienart aufzufassen seien³⁾. Nach dieser seiner Anschauung müßten in jeder Leguminosenart: „Spezialbedingungen“ bestehen und die wechselnde Anpassung der Knöllchenbakterien an diese könnte „nur eine Erscheinung physiologischer Natur sein“, ebenso wie das Stickstoff-Assimilationsvermögen. In Gegensatz hierzu setzt Wunschik die vom Lebensprozeß der Bakterien losgelöste Bildung spezifischer Reaktionsprodukte im Blut des tierischen Organismus als eine Erscheinung biologisch-chemischer Natur. Daraus folgert er dann, daß in der Wirksamkeit der Knöllchenerreger das physiologische Moment zum Ausdruck komme und die Wirtspflanze eine Widerstandskraft im pathologischen Sinne nicht besitze.

Es scheint nötig, hier noch einmal darauf hinzuweisen, daß wir eine ganze Reihe von Untergruppen der Leguminosenknöllchenbakterien kennen (siehe z. B. A. Müller und C. Stapp [1] und J. L. Baldwin, E. B. Fred und E. S. Hastings [10]) und daß die Erbsen- und die Bohnenbakterien in verschiedene Untergruppen gehören, die sich, wie durch Pflanzenversuche gezeigt ist,

¹⁾ Er sagt irrtümlicherweise „Bodenbakterien“, wohl dabei übersehend, daß eine ganze Anzahl pflanzenpathogener und auch einige menschenpathogene Bakterien im Boden leben, für deren parasitäre Tätigkeit der Ausdruck Virulenz seine volle Geltung hat.

²⁾ Vergleiche hierzu auch Müller und Stapp (1, S. 464 u. f.)

³⁾ Wunschik scheint übersehen zu haben, daß Hiltner 1903 bereits seinen 1900 vertretenen Standpunkt verlassen und damals schon zwei Arten der Knöllchenbakterien unterschieden hat.

nicht gegenseitig vertreten können und auch nicht ineinander „umwandeln“ lassen. Hiltners Ergebnis ist nur so zu erklären, daß bei anfangs sterilen, oder nur mit bestimmten Bakterien geimpften Erden eine nachträgliche Verunreinigung durch Bohnenbakterien erfolgt ist, wie ja überhaupt ein großer Teil der Untersuchungenbefunde der Knöllchenbakterienarbeiten Hiltners auf diese Weise zustande gekommen sein kann, worüber heute kein Zweifel mehr bestehen dürfte. Damit ist auch die Frage der Existenz von „Spezialbedingungen“ für die wechselnde Anpassung an die jeweils verschiedenen Leguminosenarten bedeutungslos geworden.

Für die Annahme einer Widerstandskraft der Wirtspflanze, entstanden durch Bildung von Antikörpern innerhalb derselben oder, wie es im medizinisch-bakteriologischen Sinne heißt, einer „erworbenen Immunität“ sind bei den Leguminosen und ihren Knöllchenerregern keinerlei Anhaltspunkte, noch weniger irgend welche Beweise erbracht. Ihr eventuelles Nichtvorhandensein ist aber auch nicht als Beweis dafür heranzuziehen, daß der Befall durch die Knöllchenbakterien und ihre Wirkung auf die Wirtspflanze kein pathologischer Vorgang ist, denn wir müssen uns vor Augen halten, daß in den ungeheuer zahlreichen Fällen von Erkrankungen durch pflanzenpathogene Bakterien ein Nachweis von Antikörpern in den jeweiligen Wirtspflanzen noch in keinem Falle einwandfrei gelungen ist (10). Ich bin zwar auch der Meinung, daß die Knöllchenbakterien nicht als „Parasiten“ anzusehen sind, begründe diese meine Ansicht aber damit, daß die Leguminosen in künstlich geschwächtem Zustand weniger Knöllchenbakterien in sich aufnehmen als im gekräftigten, eine Tatsache, die unbedingt gegen den Parasitismus der Knöllchenbakterien sprechen muß.

Während nun Hiltner annimmt, daß in den Knöllchen immunisierend wirkende Stoffe gebildet und von da aus an andere Stellen der Wurzeln geleitet werden, dadurch das Eindringen von Bakterien gleicher Wirksamkeit verhindernd, so daß nur solche von höherer Wirksamkeit (nach ihm „Virulenz“) eindringen können, und auch Süchting (12) in ähnlicher Weise die Entstehung von Antikörpern in der Wirtszelle vermutet, ist Wunschik der Ansicht, daß die „Infektion“ wahrscheinlich „je nach dem Ernährungszustand der Wirtspflanze in Form einer Auswahl des entsprechend vegetationskräftigen Bakterienmaterials erfolgt“. Es wird also von Wunschik der Wirtspflanze ein feines Differenzierungs-

vermögen in Hinsicht auf die Vegetationsstärke der Bakterien zugeschrieben. Wäre es nicht naheliegender anzunehmen, daß die Pflanze die Fähigkeit besitzt, je nach ihrem Stickstoffbedarf Stoffe abzusondern, um die Bakterien anzulocken und sie durch die Wurzelhaare einzulassen? Daß für die vegetationskräftigeren Bakterien — da sie sich vermutlich im Kampf mit den anderen Bodenmikroorganismen leichter durchzusetzen vermögen als die vegetationschwächeren, und mit ihrer Vegetationsenergie auch die Wachstums- bzw. Vermehrungsenergie¹⁾ parallel gehen dürfte — die Wahrscheinlichkeit größer sein wird in den Bereich der Wurzelhaare zu kommen, wird leicht verständlich. Dafür spricht z. B. die stets zu machende Beobachtung, daß, wenn man mit wuchsfreudigen, jungen Reinkulturen frisch gekeimte Samen nur an den Stellen in der Erde kräftig impft, an denen das Keimwürzelchen dicht mit Wurzelhaaren besetzt ist, nur dort (also bei der alten Pflanze in der Nähe des Wurzelhalses) eine reichliche Bildung von Knöllchen die Folge ist. Dafür, daß die Wirtspflanze selbst einen entscheidenden Einfluß auf das Eindringen der Bakterien in die Wurzelhaare ausübt, sprechen auch neueste Versuche von H. G. Thornton (13), der an aseptisch in Agar gezogenen Luzerne-Pflanzen trotz reichlicher Impfung mit einer Reinkultur der entsprechenden Knöllchenbakterien und trotz dichter Verteilung der Bakterien um die Wurzelhaare herum nur 4 % derselben „infiziert“ fand; dafür sprechen ferner die Versuche mit den Licht- und Schattenpflanzen von Erbsen unter Verwendung von Bakterien unbedingt gleicher Wirksamkeit, über die ich 1925 bereits berichtet habe (s. 1, S. 465). Auch die mit Erbsen von mir durchgeführten Topfversuche, bei denen die Samen zwischen mit 0,5proz. Germisan-Lösung gebeizten Weizenkörnern ausgelegt wurden, oder in denen die Töpfe mit 1proz. Nosperallösung überspritzt wurden und bei denen zum Unterschied von den Kontrollen und den mit anderen Beiz- und Spritzmitteln behandelten Samen bzw. Töpfen der Knöllchenbehang sehr dicht war, lassen den Schluß zu, daß nicht allein, wie ich damals annahm, diese Substanzen im Erdboden eine stimulierende Wirkung auf die Aktivität der Bakterien ausüben, sondern vielmehr die Erbsensamen stimuliert waren und die daraus resultierenden Keimpflanzen bzw. ihre Wurzelhaare in stärkerem Grade unmittelbar auf die Bakterien wirkende Stoffe absonderten. Andererseits scheint es mir durch-

¹⁾ Wunschik setzt die Wachstumskraft der Vegetationsenergie gleich.

aus gegeben anzunehmen, daß in Fällen überreichlicher Düngung die Wurzelhaare keine Anlockungstoffe ausscheiden oder, woran ja auch zu denken wäre, die Wurzelhaare keine Bereitschaft zeigen — letztere könnte vielleicht in einer chemischen oder physikalischen Änderung der äußeren Zellwandstruktur bestehen —, die Bakterien einzulassen und infolgedessen die Knöllchenbildung völlig unterbleibt, obwohl die Pflanze sich sehr üppig entwickelt. Wunschik führt (S. 404) 2 derartige Beispiele an, eines von S. Suzuki (14) mit Erbsen und eines von P. Ehrenberg mit Pferdebohnen, deutet sie aber ganz anders; vergleiche hierzu auch die neueren Untersuchungen von H. Giöbel (15), O. Arrhenius (16), E. B. Fred, A. L. Whiting and E. G. Hastings (17) sowie G. E. Helz und A. L. Whiting (18).

Daß der Vegetationsenergie der Knöllchenbakterien entsprechend, nicht unbedingt auch das Stickstoffassimilationsvermögen gesteigert sein muß, darin scheinen sich alle Spezialarbeiter einig zu sein. Man wird also nicht aus der besonderen Wuchsfreudigkeit der Bakterienkultur ohne weiteres auf ihre gute „Wirksamkeit“ schließen dürfen. Wie und in welcher Form die Aufnahme des von den Bakterien festgelegten Stickstoffes durch die Wirtspflanze erfolgt, darüber wissen wir zurzeit gar nichts. Nach Hiltner und Störmer (8) werden gewisse aus den Bakterienzellen aussprossende Inhaltstoffe, die entweder selbst das Produkt der Stickstoffsammlung darstellen oder erst bei ihrer Vereinigung mit von der Pflanze herrührenden Stoffen Stickstoff binden sollen, von der Wirtspflanze resorbiert. Ich habe den Nachweis erbringen können (1), daß es sich bei den stark lichtbrechenden, mit Jod sich rotbraun färbenden Substanzen in der Hauptsache um Fettsäureverbindungen, wahrscheinlich Fettsäureglyzerinester handelt, denen kleine Mengen wachsartiger Stoffe oder Fettalkohole beigemischt sind; bei Soja betrug die Menge dieser extrahierbaren Fett-Wachssubstanzen etwa 20 % der gesamten Trockengewichtsmasse. Daß diese Stoffe nicht das „Produkt der Stickstoffsammlung“ sein können, dürfte ohne weiteres klar sein, daß sie aber sozusagen als Kontaksubstanz für die N-Bindung außerhalb des Bakterienkörpers, aber innerhalb der Pflanzenzelle in Frage kommen könnten, für diese Vorstellung fehlt uns jede wissenschaftliche Grundlage.

Wenn demgegenüber Wunschik sagt „Wir wissen¹⁾, daß die Ausscheidung des Stickstoffes in Form stickstoffhaltiger Stoff-

¹⁾ Im Original nicht gesperrt gedruckt.

wechselsprodukte erfolgt, die der Pflanze jedenfalls zugute kommen“, so dürfte es sich bei diesem Ausspruch Wunschiks zumindest um eine den bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen voraus-eilende Behauptung handeln.

Die Annahme Hiltners und vieler anderer, die Fähigkeit der Stickstoffassimilation sei an das Vorhandensein der Bakteroiden-Formen in den Knöllchen gebunden, habe ich erstmals in der gemeinsamen Arbeit mit Müller 1925 (1) und auch später noch (19) als unwahrscheinlich erklärt, weil ich 1. auf Grund unserer mit zahlreichen verschiedenen Reinkulturen von Leguminosenknöllchenbakterien auf künstlichem Substrat unter Zusatz Formänderung verursachender Stoffe durchgeführten Versuche und 2. durch Dauerbeobachtung an verzweigten Formen im hängenden Tropfen, bei denen eine Teilung und Vermehrung zum Unterschiede von den linearen Stäbchenformen nicht stattfand, mich zu dem Schluß berechtigt glaubte, woran ich auch heute noch festhalte, daß die innerhalb der Knöllchen anzutreffenden sog. Bakteroiden, die vielleicht infolge Einwirkens eigener Stoffwechselprodukte oder spezifischer Bestandteile der Pflanzenzelle oder durch osmotische Änderungen entstehen, als teratologische Gebilde und nicht als höhere Entwicklungsformen anzusehen sind. Die gleiche Ansicht vertritt 1926 auch Milovidov (4), er sagt: „Die Bildung verästelter Formen und typischer Bakteroiden steht in keinem Zusammenhange mit der Fähigkeit der Leguminosen, den Luftstickstoff zu binden“. In einer noch jüngeren Arbeit, die sich im besonderen mit diesen Fragen befaßt, gibt Pfeiffer (29) an, durch experimentelle Versuche bei Erbsen festgestellt zu haben, daß nicht nur in Knöllchen mit Bakteroiden-Formen, sondern auch in solchen mit unveränderten Stäbchen, in sog. „unwirksamen“ weißen Knöllchen, N-Bindung stattgefunden hat, daß also „auch die Stäbchen¹⁾ Stickstoff zu assimilieren vermögen“ (S. 43).

Die Bakterienformen in den „normalen“ Erbsenknöllchen hat Pfeiffer ebenso wie die in den sog. „unwirksamen“ weißen Wurzelknöllchen der Erbse mikroskopisch untersucht. In den ersteren fand er, besonders in älteren, außer den verzweigten und normalen Stäbchenformen „von der Scheitelzelle zur Ansatzstelle des Knöllchens ansteigend eine stärkere Ausbildung von Vakuolen“ in den Bakterien. In den weißen Knöllchen fehlten die verzweigten Bak-

¹⁾ Im Original nicht gesperrt gedruckt.

terien, differenzierte fanden sich aber auch hier. „In beiden Fällen unterscheidet sich der Vorgang in diesen Knöllchen“ — nach Pfeiffer (S. 47) — „allein nur in der Hemmung (? der Ref.) der Bakteroidenbildung, nicht in dem normalen Verlauf der Degeneration, der über Vakuolenbildung zum Zerfall führt.“ „Demnach“ — so folgert er ohne entsprechende Beweisführung — „steht der Vorgang der Verzweigung außerhalb des Degenerationsprozesses“. Mit einer einzigen Reinkultur von Erbsenbakterien, die er nicht frisch isoliert, sondern aus der vormals Krätschen Sammlung in Wien bezogen hat, führte er weiterhin einige Versuche aus, um eine Erklärung für die Formumgestaltung der Knöllchen-Bakterien zu „Bakteroiden“ zu erhalten. Er hätte unschwer aus unseren Versuchsergebnissen ersehen können, daß durch toxische Wirkung bestimmter Stoffe herbeigeführte Entwicklungshemmung nicht mit „Bakteroiden“-Bildung ohne weiteres zusammenfällt, betrachtet diese Feststellung aber als das Wesentlichste seiner Ergebnisse! Eine formative Wirkung in einzelnen von uns klargelegten und von ihm nachgeprüften Fällen muß auch Pfeiffer zugeben.

Daß die von Müller und mir an Reinkulturen gemachten Beobachtungen über Formveränderungen vielleicht auf der oberflächenaktiven Wirkung der den Nährböden zugesetzten Substanzen beruhen, ist ein Hinweis von Pfeiffer, der Beachtung verdient, und es ist deshalb auch nicht ganz verständlich, warum Pfeiffer seine Versuche nicht unter Berücksichtigung dieser Möglichkeit zur Durchführung gebracht hat. Es wäre dann unter Umständen die Ursache der Verzweigungen einer Klärung näher gebracht worden. Der experimentelle Beweis, ob es sich bei derartigen Formen um normale oder teratologische Gebilde handelt, wäre allerdings auch damit noch nicht geliefert, ebenso wenig wie er durch die letztjährigen Untersuchungsergebnisse von V. Kaš (21) und T. Gibson (22) über die Entwicklungszyklen der Knöllchenbakterien als einwandfrei erbracht angesehen werden kann.

Erst wenn es gelingt, die Vermehrungsfähigkeit der verzweigten Formen der Knöllchenbakterien eindeutig nachzuweisen, ist die Berechtigung gegeben, die Teratologie derselben abzulehnen.

Mit einer jetzt gut ausgearbeiteten Technik soll im Sommer 1929 die Veränderung aus tätigen Knöllchen direkt isolierter, verzweigter

Formen der verschiedenen dafür in Betracht kommenden Leguminosenarten nochmals eingehend verfolgt werden, und ich hoffe, damit endgültig diese Frage erledigen zu können.

A. Untersuchungen über Wirksamkeitsverschiedenheiten von Knöllchenbakterien derselben Wirtspflanze.

Feldversuche 1924.

Von jungen auf den Leguminosenanzuchtsbeeten der Biologischen Reichsanstalt gezogenen Pflanzen von *Lupinus mutabilis*, *Soja hispida* braune Varietät und *Soja hispida* schwarze Varietät wurden die Knöllchen vorsichtig abgenommen und diejenigen der Haupt- und die der Nebenwurzeln scharf getrennt; unter Bezugnahme auf die Darlegungen S. 198 muß betont werden, daß nur solche Pflanzen verwandt wurden, die Knöllchen an Haupt- und Nebenwurzeln gleichzeitig trugen und bei denen die Hauptwurzelknöllchen vorwiegend am oder in der Nähe des Wurzelhalses, die der Nebenwurzeln aber möglichst tief saßen.

Von den Knöllchen der Haupt- und denen der Nebenwurzeln wurden für jede Pflanzenart resp. -varietät gleiche Gewichtsmengen genommen und zwar je 2,7 g Knöllchenmasse von *Lupinus mutabilis*, je 1,9 g von *Soja hispida*, braune Varietät und je 1,5 g von *Soja hispida*, schwarze Varietät. Die jeweilige Menge der — natürlich frischen — Knöllchen wurde im Mörser zerrieben und mit 10 ccm Möhrensaft + 100 ccm H₂O aufgeschwemmt. Damit wurde die jeweilige Menge von Leguminosensamen übergossen und 3 bis 4 Stunden zum Quellen stehen gelassen. Von Soja, braune Var., wurden je 42 g Samen, von Soja, schwarze Var., je 38 g und von *Lupinus mutabilis* je 48 g Samen auf diese Weise geimpft. Die Kontrollen wurden mit der gleichen aber bakterienfreien Flüssigkeitsmenge unter sonst gleichen Bedingungen behandelt.

Die Samen wurden dann mit der Hand in Rillen von 50 cm Abstand für Soja und 30 cm Abstand für Lupine ausgelegt, die in den Gläsern zurückbleibende Aufschwemmung wurde mit Wasser stark verdünnt (je 1—2 Gießkannen voll von etwa 5 Liter Inhalt je nach Größe der Fläche) und zum Gießen der ganzen Reihen benutzt. Die Feldbestellung geschah an einem trüben regnerischen Tage, so daß der Boden genügend Feuchtigkeit aufwies; auch am nächsten Tage fiel noch ein schwacher Regen.

Die Versuchsanordnung war:

Reihe 1 und 2: Kontrolle, ungeimpft.

„ 3 „ 4: Impfung mit Aufschwemmung zerriebener Knöllchen der Hauptwurzeln.

„ 5 „ 6: Impfung mit Aufschwemmung zerriebener Knöllchen der Nebenwurzeln.

Diese Samen wurden auf zwei Parzellen des Versuchsfeldes der B. R. A. am 12. 6. 1924 ausgelegt, von denen die eine Parzelle mit Schwefelkohlenstoff vorbehandelt war; am 12. 5. waren auf dieser letzteren Parzelle pro qm 350 ccm CS₂, verteilt in fünf Löchern von etwa 22—23 cm Tiefe, in der üblichen Weise in den Boden gebracht worden. Die Schwefelkohlenstoffbehandlung wurde durchgeführt, um festzustellen, ob die im Boden bereits vorhandenen Knöllchenbakterien durch diese Art der „Bodendesinfektion“ in nennenswerter Weise nachteilig beeinflusst werden. Die Parzellen hatten im Vorjahre eine gute Stallmistgabe erhalten, waren aber im Versuchsjahr nicht gedüngt worden.

Die Lupinenernte erfolgte am 2. 9. Die Pflanzen standen noch in vollster Blüte, hatten aber bereits die ersten Früchte angesetzt. Dieser Zeitpunkt wurde gewählt, weil mir daran lag, über Größe, Beschaffenheit und Sitz der Wurzelknöllchen Aufschluß zu erhalten und weil die Knöllchen nach dem Abblühen meist zusammenfallen resp. sich entleeren. Innerhalb der verschiedenen Versuchsreihen waren natürlich Unterschiede in der Größe, der Wuchsform usw. der einzelnen Pflanzen zu bemerken. Leider zeigten sich in den geimpften Reihen mehrfach Fehlstellen, während die Kontrollreihen geschlossen standen. An den Stellen, an denen die Samen gleichmäßiger aufgelaufen waren, war die Wüchsigkeit der Pflanzen meist auch gleichmäßiger als dort, wo die Pflanzen mehr einzeln standen. Die Pflanzen wurden vorsichtig ausgegraben, von der sandigen Erde nach Möglichkeit befreit, die Wurzeln am Wurzelhals abgeschnitten, die Knöllchen so gut und vollständig wie möglich abgenommen¹⁾ und die der Hauptwurzeln wie die der Nebenwurzeln getrennt frisch und getrocknet gewogen wie das Kraut und die Wurzeln.

In den Tabellen 1—3 sind alle genaueren Daten angegeben.

¹⁾ Die Lupinenknöllchen wurden sorgfältig mit Hilfe des Messers, die Sojakenöllchen am besten und sichersten mit der Hand von den Wurzeln abgenommen.

Tabelle 1.

Feldversuch 1924 mit *Lupinus mutabilis*.

(Gewicht in Gramm.)

Reihe	Zahl der aufgelauf. Pflanzen	Kraut		Wurzeln		Knöllchen der					
		frisch	lufttrocken	frisch	lufttrocken	Hauptwurzeln			Nebenwurzeln		
						frisch	lufttrocken	bei 100° getrocknet	frisch	lufttrocken	bei 100° getrocknet

A. Unbehandelte Parzelle.

1+2	133	22400,0	3180,0	2400,0	720,0	7,5	4,42	4,0	100,0	31,95	28,8
3+4	142	19600,0	3405,0	1980,0	590,0	27,0	12,65	12,0	44,0	14,0	12,6
5+6	130	19660,0	3250,0	1970,0	580,0	24,5	9,75	8,8	47,0	17,4	15,6

B. Mit CS₂ behandelte Parzelle.

1+2	135	28410,0	4250,0	2960,0	830,0	22,5	7,0	6,3	124,0	39,90	36,6
3+4	131	26240,0	3380,0	2600,0	680,0	38,0	9,7	8,75	111,0	33,35	30,1
5+6	129	26160,0	3330,0	2550,0	670,0	35,5	8,35	7,5	97,0	28,35	27,9

Tabelle 2.

Feldversuch 1924 mit *Soja hispida* (braune Varietät).

Reihe	Zahl der aufgelauf. Pflanzen	Kraut		Wurzeln		Knöllchen der					
		frisch	lufttrocken	frisch	lufttrocken	Hauptwurzeln			Nebenwurzeln		
						frisch	lufttrocken	bei 100° getrocknet	frisch	lufttrocken	bei 100° getrocknet

A. Unbehandelte Parzelle.

1+2	302	4120,0	1300,0	700,0	175,0	44,0	16,2	14,9	60,8	25,2	23,2
3+4	301	3800,0	1200,0	670,0	160,0	66,6	24,5	22,4	78,6	30,5	28,1
5+6	292	3590,0	1150,0	630,0	155,0	48,5	17,5	16,5	78,3	30,5	27,4

B. Mit CS₂ behandelte Parzelle.

1+2	241	4050,0	1270,0	650,0	120,0	85,3	29,0	26,5	83,3	28,6	27,5
3+4	195	4050,0	1200,0	670,0	105,0	78,4	26,0	24,1	127,4	46,2	42,5
5+6	190	4000,0	1200,0	670,0	100,0	75,7	25,2	23,5	122,4	42,2	38,3

Tabelle 3.

Feldversuch 1924 mit *Soja hispida* (schwarze Varietät).

Reihe	Zahl der aufgelaufenen Pflanzen	Kraut		Wurzeln		Knöllchen der					
		frisch	lufttrocken	frisch	lufttrocken	Hauptwurzeln			Nebenwurzeln		
						frisch	lufttrocken	bei 100° getrocknet	frisch	lufttrocken	bei 100° getrocknet

A. Unbehandelte Parzelle.

1+2	72	4930,0	1520,0	420,0	130,0	20,8	6,7	6,1	49,0	16,8	15,5
3+4	119	6100,0	1900,0	720,0	160,0	99,0	33,0	30,4	124,5	48,5	45,2
5+6	92	6420,0	1950,0	800,0	170,0	71,6	25,6	23,5	117,5	46,2	42,7

B. Mit CS₂ behandelte Parzelle.

1+2	151	8165,0	2340,0	435,0	100,0	15,8	5,0	4,7	48,5	18,5	17,0
3+4	86	7220,0	2030,0	550,0	110,0	76,0	23,8	22,2	92,6	33,1	30,9
5+6	97	7970,0	2300,0	600,0	130,0	77,6	24,3	22,3	101,0	35,7	33,0

Wir sehen also bei dem Lupinenversuch in den mit Aufschwemmung von zerriebenen Knöllchen der Nebenwurzeln geimpften Pflanzen keineswegs eine stärkere Impfwirkung wie mit der Zerreibung von Hauptwurzelknöllchen. Merkwürdigerweise haben die Pflanzen, die nicht geimpft waren, sowohl in der mit CS₂ behandelten wie in der unbehandelten Reihe die größte Frischmasse an Kraut ergeben. Der Knöllchenbesatz an den Hauptwurzeln war in beiden Fällen geringer als bei den geimpften Pflanzen, der Besatz an den Nebenwurzeln aber deutlich stärker. Es ist das insofern von besonderem Interesse, als nachweislich in den vorangegangenen 6 Jahren Leguminosen auf diesen Versuchstreifen nicht gebaut worden waren.

Ähnlich wie bei den Lupinen sind auch die Ergebnisse bei der braunen Varietät von Soja ausgefallen. Die Ernte erfolgte hier am 16. 9. 24. Die Pflanzen waren bereits abgeblüht und hatten gut und normal Früchte angesetzt. Die Sojapflanzen wurden deshalb noch etwas länger stehen gelassen, weil Pflanzen von den Anzuchtsbeeten, die im Reifestadium noch etwas weiter waren, noch durchweg turgeszente gesunde Knöllchen besaßen. Bei der Ernte des Versuches zeigte es sich allerdings, daß die

Versuchspflanzen in allen Reihen schon einige entleerte, teilweise weiche, leicht zerdrückbare Knöllchen trugen, diese befanden sich alle nur an den Hauptwurzeln. Mindestens 95 % war aber noch prall und unversehrt.

Eine größere Wirksamkeit der Bakterien der Nebenwurzelknöllchen gegenüber denen der Hauptwurzel war nicht festzustellen. Bei den ungeimpften Reihen der mit CS₂ behandelten Parzelle ist nur die Knöllchenmasse an den Hauptwurzeln ungefähr ebenso groß wie an den Nebenwurzeln.

Bei der schwarzen Varietät von Soja sind die Zahlen der aufgelaufenen Pflanzen der Versuchsreihen stärker schwankend, wodurch eine gute Gesamtauswertung erschwert ist; daß sie aber möglich ist, zeigt die Zusammenstellung in Tabelle 10, auf die ich weiter unten noch näher zu sprechen komme. Im Gegensatz zu den beiden anderen Versuchspflanzen ist hier das Trockengewicht der mit Nebenwurzelverreibung geimpften Pflanzenmasse höher. Hinsichtlich des Knöllchenbestandes ergibt sich aber hier bei dem Vergleich der verschiedenen geimpften Versuchsreihen keine stärkere Wirksamkeit durch die Nebenwurzelknöllchenaufschwemmung.

Da die Schwefelkohlenstoffbehandlung weder eine feststellbare Vernichtung noch eine Hemmung der Knöllchenbakterien im Boden zur Folge gehabt hat, im Gegenteil meist eine deutlich begünstigende Wirkung, so wurde in den folgenden Jahren von ihr ganz Abstand genommen.

Feldversuche 1925.

Die Versuchsanordnung wurde analog der vom Vorjahre gewählt, jedoch insofern erweitert, als 1925 auch Reinkulturen der entsprechenden Leguminosen, und zwar von Haupt- und von Nebenwurzeln, Verwendung fanden, die kurz zuvor hergestellt waren.

Es wurden zum Lupinenversuch angewandt:

Knöllchen von Haupt- und von Nebenwurzeln je 8 g ¹⁾

Reinkulturen von Haupt- und von Nebenwurzelknöllchen
je 8 Agarschrägröhrchen.

¹⁾ Die Lupinenpflanzen, die diese Knöllchen lieferten, wurden 1925 aus dem Botanischen Garten der Universität Berlin entnommen.

Für die Soja-Versuche,

und zwar die braune Varietät:

Knöllchen von Haupt- und von Nebenwurzeln je 4,8 g,
Reinkulturen von Haupt- und von Nebenwurzelknöllchen
je 4 Agarschrägröhrchen,

die schwarze Varietät:

Knöllchen von Haupt- und von Nebenwurzeln je 4,7 g,
Reinkulturen von Haupt- und von Nebenwurzelknöllchen
je 5 Agarschrägröhrchen.

Die Versuchsanordnung gestaltete sich hier folgendermaßen:

Reihe 1 + 2: Kontrolle, ungeimpft.

„ 3 + 4: Impfung mit Aufschwemmung zerriebener
Knöllchen von Hauptwurzeln.

„ 5 + 6: Impfung mit Aufschwemmung zerriebener
Knöllchen von Nebenwurzeln.

„ 7 + 8: Impfung mit Aufschwemmung von Bakterien-
Reinkulturen aus Knöllchen von Haupt-
wurzeln.

„ 9 + 10: Impfung mit Aufschwemmung von Bakterien-
Reinkulturen aus Knöllchen von Neben-
wurzeln.

Tabelle 4.

Feldversuch 1925 mit *Lupinus mutabilis*.

Reihe	Zahl der auf- gelauf. Pflanzen	Kraut		Wurzeln		Knöllchen der					
		frisch	lufttrocken	frisch	lufttrocken	Hauptwurzeln			Nebenwurzeln		
						frisch	luft- trocken	bei 100° getrocknet	frisch	luft- trocken	bei 100° getrocknet
1 + 2	50	2760,0	610,0	360,0 (300,0) ¹⁾	60,0	19,2	5,3	4,6	2,9	1,1	1,0
3 + 4	42	2790,0	590,0	340,0 (280,0)	50,0	19,1	5,4	4,7	4,0	1,3	1,2
5 + 6	59	4060,0	780,0	540,0 (440,0)	90,0	20,1	5,5	5,0	3,0	1,0	0,9
7 + 8	68	5660,0	1110,0	720,0 (590,0)	120,0	22,4	5,8	5,3	5,4	1,8	1,6
9 + 10	59	3490,0	690,0	490,0 (300,0)	80,0	10,9	2,3	2,2	5,2	1,5	1,3

¹⁾ Die geklammerten Zahlen geben das Frischgewicht der Wurzeln nach Entnahme der Knöllchen an.

Tabelle 5.

Feldversuch 1925 mit *Soja hispida* (braune Varietät).

Reihe	Zahl der aufgelauf. Pflanzen	Kraut		Wurzeln		Knöllchen der					
		frisch	lufttrocken	frisch	lufttrocken	Hauptwurzeln			Nebenwurzeln		
						frisch	lufttrocken	bei 100° getrocknet	frisch	lufttrocken	bei 100° getrocknet
1+2	136	1980,0	780,0	330,0 (200,0)	90,0	42,5	14,0	13,0	18,0	6,2	6,0
3+4	157	5370,0	1760,0	770,0 (310,0)	120,0	171,8	54,6	50,2	119,6	40,6	37,5
5+6	194	4580,0	1520,0	720,0 (300,0)	120,0	120,9	38,2	35,1	144,5	49,7	46,2
7+8	172	4290,0	1440,0	610,0 (230,0)	100,0	101,2	31,9	30,8	126,0	43,3	40,1
9+10	184	4170,0	1470,0	570,0 (270,0)	115,0	82,0	25,6	24,0	92,1	33,3	31,0

Tabelle 6.

Feldversuch 1925 mit *Soja hispida* (schwarze Varietät).

Reihe	Zahl der aufgelauf. Pflanzen	Kraut		Wurzeln		Knöllchen der					
		frisch	lufttrocken	frisch	lufttrocken	Hauptwurzeln			Nebenwurzeln		
						frisch	lufttrocken	bei 100° getrocknet	frisch	lufttrocken	bei 100° getrocknet
1+2	60	3060,0	1020,0	340,0 (210,0)	80,0	41,4	12,8	12,0	14,9	5,2	5,1
3+4	98	4810,0	1490,0	690,0 (210,0)	120,0	117,6	34,6	32,0	70,4	22,6	20,9
5+6	83	3340,0	1110,0	460,0 (210,0)	80,0	93,3	26,1	24,3	41,0	12,7	11,8
7+8	48	2360,0	760,0	250,0 (150,0)	54,0	54,5	18,2	16,9	19,5	8,1	7,7
9+10	65	2890,0	910,0	350,0 (190,0)	70,0	35,9	13,2	12,6	28,6	11,2	10,3

Ausgelegt wurden die Samen der verschiedenen Leguminosen am 29. 6., geerntet wurde am 18. 9. 25. Die Lupinen standen in vollster Blüte und hatten mit der Fruchtbildung begonnen. Die Sojapflanzen hatten bereits kleine Früchte ausgebildet, in der Spitze trugen die meisten aber auch noch Blüten. Leider waren von den Lupinensamen die wenigsten aufgelaufen. Der Bestand

zeigte große Lücken (außerdem waren einige Pflanzen von Hasen ziemlich stark abgefressen worden und blieben daher unberücksichtigt). Wenn auch das Ergebnis nur mit gewissen Einschränkungen verwertbar ist, so läßt sich doch erkennen, daß eine günstigere Wirkung durch die Impfung mit Bakterien der Nebenwurzelknöllchen nicht sicher zutage getreten ist (vgl. auch Tab. 10).

Bei dem Versuch mit der braunen Varietät von Soja des Jahres 1925 zeigt sich durch die Impfung mit Zerreibung der Nebenwurzelknöllchen resp. der Bakterien derselben eine geringere Ausbeute an lufttrockener Gesamtpflanzenmasse gegenüber der Impfung mit den Bakterien aus Knöllchen der Hauptwurzeln. Bei der Verwendung der Reinkulturen ist es umgekehrt.

Beim Versuch mit der zweiten Sojavarietät war ebenfalls die starke Schwankung der Zahl der aufgelaufenen Pflanzen — der Bestand war wie bei Lupine sehr lückenhaft und der größte Prozentsatz der Samen war gar nicht gekeimt — recht störend. Immerhin zeigt sich aber auch hier keine Überlegenheit der Bakterien der Nebenwurzelknöllchen gegenüber denen der Hauptwurzelknöllchen (vgl. auch Tab. 10).

Feldversuche 1926.

a) Freilandversuche.

Die Versuchsanstellung war die gleiche wie 1925, wurde aber insofern wiederum erweitert gegenüber der des Vorjahres, als die alten Bakterienreinkulturen von Haupt- und Nebenwurzelknöllchen neben den neuen, frisch isolierten Reinkulturen Verwendung fanden.

An Mengen wurden verbraucht:

für den Lupinenversuch

Knöllchen von Haupt- und von Nebenwurzeln je 6,85 g,
Reinkulturen (4 verschiedene) je 6 Agarschrägröhrchen;

für die braune Varietät von Soja

Knöllchen von Haupt- und von Nebenwurzeln je 9,2 g,
Reinkulturen (4 verschiedene) je 7 Agarschrägröhrchen;

für die schwarze Sojavarietät

Knöllchen von Haupt- und von Nebenwurzeln je 10,1 g,
Reinkulturen (4 verschiedene) je 7 Agarschrägröhrchen.

Die Versuchsanordnung war die folgende:

- Reihe 1 + 2: Kontrolle, ungeimpft.
 „ 3 + 4: Impfung mit Reinkultur von 1925 aus
 Hauptwurzel-Knöllchen.
 „ 5 + 6: Impfung mit Reinkultur von 1925 aus
 Nebenwurzel-Knöllchen.
 „ 7 + 8: Impfung mit Reinkultur von 1926 aus
 Hauptwurzel-Knöllchen.
 „ 9 + 10: Impfung mit Reinkultur von 1926 aus
 Nebenwurzel-Knöllchen.
 „ 11 + 12: Impfung mit Verreibung von Hauptwurzel-
 Knöllchen.
 „ 13 + 14: Impfung mit Verreibung von Nebenwurzel-
 Knöllchen.

Es bietet diese Anordnung 3 Vergleichsmöglichkeiten, denn streng genommen können immer nur diejenigen Reihen miteinander verglichen werden, die mit Kulturen (bzw. Knöllchenverreibung) gleichen Alters geimpft waren, also in den Tabellen 7 bis 9

die Reihen 3 + 4 mit 5 + 6,
 „ „ 7 + 8 „ 9 + 10,
 und „ „ 11 + 12 „ 13 + 14.

Ausgelegt wurden die Samen von Lupinen am 2. 7., von Soja am 24. 6. und geerntet die Lupinen am 27. 9., Soja braun am 23. 9. und Soja schwarz am 24. 9. 26.

Beim Lupinenversuch ist das Ergebnis m. E. eindeutig und bestätigt die früheren Befunde. Ebenso zeigt sich bei den beiden Sojavaritäten kein wesentlich anderes Bild. Die braune Varietät hat zwar in den Reihen mit der Knöllchenverreibung von den Nebenwurzeln ein etwas höheres Frisch- und Trockengewicht des Krautes als in den mit der Hauptwurzelknöllchenverreibung, aber die Zahl der geernteten Pflanzen ist auch größer. Die Knöllchenmasse von den Hauptwurzeln ist in den Reihen 13 und 14 (Tabelle 8) zwar ebenfalls größer, doch ist diejenige von den Nebenwurzeln deutlich geringer als in den Reihen 11 und 12. Das Wurzeltrockengewicht ist in den genannten Vergleichsreihen dasselbe. Bei der schwarzen Sojavarietät haben wir ein höheres Frischgewicht des Krautes der Reihen 13 und 14 (Tabelle 9) trotz geringerer Pflanzenzahl, das Trockengewicht bringt aber wieder den Ausgleich. Hinsichtlich der Knöllchenmasse an den Haupt-

Tabelle 7.
Feldversuch 1926 mit *Lupinus mutabilis*.

Reihe	Zahl der aufgelauf. Pflanzen	Kraut		Wurzeln		Knöllchen der					
		frisch	lufttrocken	frisch	lufttrocken	Hauptwurzeln			Nebenwurzeln		
						frisch	lufttrocken	bei 100° getrocknet	frisch	lufttrocken	bei 100° getrocknet
1 + 2	161	20960,0	2650,0	2540,0 (2220,0)	513,0	51,0	10,9	10,4	47,0	9,7	9,1
3 + 4	128	18850,0	3750,0	2270,0 (1940,0)	490,0	60,5	12,7	12,0	54,0	9,3	8,8
5 + 6	122	13620,0	2000,0	1700,0 (1430,0)	342,0	52,5	11,8	10,9	36,0	7,8	7,5
7 + 8	148	21810,0	3050,0	2690,0 (2220,0)	500,0	92,0	19,9	18,8	62,0	12,9	12,1
9 + 10	152	21210,0	3100,0	2520,0 (2140,0)	475,0	82,0	17,6	16,6	73,5	15,5	14,6
11 + 12	143	21530,0	3250,0	2590,0 (2190,0)	494,0	84,5	20,0	18,8	71,0	14,5	12,9
13 + 14	129	20310,0	3000,0	2540,0 (2170,0)	482,0	75,5	16,4	15,5	53,0	11,7	10,8

Tabelle 8.
Feldversuch 1926 mit *Soja hispida* (braune Varietät).

Reihe	Zahl der aufgelauf. Pflanzen	Kraut		Wurzeln		Knöllchen der					
		frisch	lufttrocken	frisch	lufttrocken	Hauptwurzeln			Nebenwurzeln		
						frisch	lufttrocken	bei 100° getrocknet	frisch	lufttrocken	bei 100° getrocknet
1 + 2	142	6840,0	2150,0	560,0 (420,0)	155,0	37,0	11,2	10,6	31,0 ¹⁾	8,7	8,3
3 + 4	225	8060,0	2300,0	1050,0 (390,0)	144,0	198,0	64,3	59,4	258,0	84,4	79,7
5 + 6	213	7830,0	2300,0	870,0 (370,0)	125,0	192,0	60,6	55,8	185,0	58,3	54,3
7 + 8	182	8320,0	2650,0	990,0 (420,0)	155,0	218,0	73,6	69,1	197,0	66,7	62,3
9 + 10	203	8160,0	2100,0	1010,0 (410,0)	155,0	210,0	69,1	64,4	257,0	85,6	80,0
11 + 12	198	8370,9	2250,0	1150,0 (440,0)	115,0	202,0	67,0	62,4	279,0	88,8	83,1
13 + 14	214	8520,0	2400,0	1000,0 (430,0)	115,0	245,0	78,2	71,8	238,0	79,2	73,7

¹⁾ Die abgefallenen Knöllchen wurden denen der Nebenwurzeln zugerechnet.

Tabelle 9.

Feldversuch 1926 mit *Soja hispida* (schwarze Varietät).

Reihe	Zahl der aufgelauf. Pflanzen	Kraut		Wurzeln		Knöllchen der					
		frisch	lufttrocken	frisch	lufttrocken	Hauptwurzeln			Nebenwurzeln		
						frisch	lufttrocken	bei 100° getrocknet	frisch	lufttrocken	bei 100° getrocknet
1 + 2	283	12760,0	3450,0	1890,0	320,0	355,0	111,6	104,6	281,0	91,1	85,9
3 + 4	327	13120,0	3750,0	2180,0	324,0	417,0	119,3	110,7	393,0	129,2	121,0
5 + 6	332	12660,0	3400,0	2060,0	319,0	454,0	132,3	122,0	324,0	110,0	102,2
7 + 8	345	13820,0	3560,0	2140,0	283,0	546,0	159,5	148,2	310,0	110,2	104,5
9 + 10	291	13820,0	3490,0	1970,0	315,0	467,0	139,6	129,4	274,0	84,3	79,1
11 + 12	318	12530,0	4140,0	2070,0	290,0	455,0	141,6	132,3	349,0	116,2	109,4
13 + 14	280	13840,0	3600,0	2060,0	315,0	447,0	129,2	120,2	313,5	102,0	95,5

und an den Nebenwurzeln sehen wir einmal ein Überwiegen in den mit Bakterien der Hauptwurzelknöllchen geimpften Reihen, einmal in den mit den Nebenwurzelknöllchenbakterien geimpften, oder es überwiegt in einem Falle die Knöllchenmasse von Hauptwurzeln, einem anderen die von Nebenwurzeln oder umgekehrt. Eine Gleichsinnigkeit ist darin ebensowenig festzustellen wie in der Erhöhung der Gesamtpflanzenmasse. Das wird vor allem deutlich aus der Zusammenstellung in Tabelle 10, in die neben der Gesamtpflanzenmasse (Kraut und Wurzeln) und der Gesamtknöllchenmasse (beide lufttrocken) der jeweils zusammengehörigen zwei Doppelreihen der Feldversuche 1924—1926 die auf je 1 kg Pflanzenmasse umgerechnete Knöllchenmasse eingetragen ist.

Ich möchte deshalb aus diesen 3jährigen Feldversuchen auch nicht die Folgerung ziehen, daß die Bakterien der Hauptwurzelknöllchen wirksamer seien als die der Nebenwurzelknöllchen, obwohl in den meisten Fällen ein Überwiegen der Erntemasse der mit Hauptwurzelknöllchen geimpften Reihen und, teilweise unabhängig davon, auch ein Überwiegen der Knöllchenmasse ersichtlich ist; die entsprechenden Zahlen sind in der Tabelle 10 durch Fettdruck hervorgehoben.

Gleichzeitig mit dem Feldversuch des Jahres 1926 wurde ein kleiner Vegetationsversuch in etwa 14 kg Erde fassenden Zinkgefäßen

Tabelle 10.

Gesamt-Pflanzen- und -Knöllchenmasse der Feldversuche 1924—1926 und Umrechnung der jeweiligen Knöllchenmasse auf 1 kg lufttrockene Pflanzenmasse.

Feld- versuch	Reihe	Impfung	Lupine			Soja-braun			Soja-schwarz		
			Gesamtpflanzenmasse lufttrocken in g	Gesamtknöllchenmasse lufttrocken in g	Knöllchenmasse pro kg Pflanzenmasse in g	Gesamtpflanzenmasse lufttrocken in g	Gesamtknöllchenmasse lufttrocken in g	Knöllchenmasse pro kg Pflanzenmasse in g	Gesamtpflanzenmasse lufttrocken in g	Gesamtknöllchenmasse lufttrocken in g	Knöllchenmasse pro kg Pflanzenmasse in g
1924 A (Parzelle un- behandelt)	1+2	K ¹⁾	3900	36,4	9,3	1475	41,4	28,0	1650	23,5	14,2
	3+4	H ²⁾	3995	26,7	6,6	1360	55,0	40,4	2060	81,5	39,5
	5+6	N ³⁾	3830	27,2	7,1	1305	48,0	36,7	2120	71,8	33,8
	1+2	K	5080	46,9	9,2	1390	57,6	41,4	2440	23,5	9,6
	3+4	H	4060	43,1	10,6	1305	72,2	55,3	2140	56,9	26,6
	5+6	N	4000	36,7	9,1	1300	67,4	51,8	2430	60,0	24,6
1925	1+2	K	670	6,4	9,5	870	20,2	23,2	1100	18,0	16,3
	3+4	H	640	6,7	10,5	1880	95,2	50,6	1610	57,2	35,5
	5+6	N	870	6,6	7,6	1640	87,9	53,6	1190	38,8	32,6
	7+8	H	1230	7,6	6,2	1540	75,2	48,8	814	26,3	32,4
	9+10	N	770	3,8	4,9	1585	58,9	37,2	980	24,4	24,9
	1926	1+2	K	3163	20,6	6,5	2305	19,9	8,6	3770	202,7	53,8
3+4		H	4240	22,0	5,3	2444	148,7	60,8	4074	248,5	61,0
5+6		N	2342	19,6	8,3	2425	118,9	49,0	3719	242,3	65,2
7+8		H	3550	32,8	9,2	2805	140,3	50,0	3843	269,7	70,2
9+10		N	3575	33,1	9,2	2255	154,7	68,6	3805	223,9	58,9
11+12		H	3744	34,5	9,2	2365	155,8	65,8	4430	257,8	58,2
13+14		N	3482	28,1	8,0	2515	157,4	62,5	3915	231,2	59,0

¹⁾ K = Kontrolle, ungeimpft.

²⁾ H = Hauptwurzelknöllchen-Verreibung bzw. -Bakterienreinkultur.

³⁾ N = Nebenwurzelknöllchen-Verreibung bzw. -Bakterienreinkultur.

mit „Schornsteinen“ angesetzt¹⁾, wobei aus Mangel an Gefäßen²⁾ entsprechend jeder Doppelreihe des Feldversuches nur 1 Zinkgefäß beschickt werden konnte, wie das aus Tabelle 11 ersichtlich ist.

Von Knöllchen der Haupt- und Nebenwurzeln wurde je 1 g, von den Reinkulturen der vierte Teil der Abschwemmung je eines Agarschrägröhrchens zum Impfen benutzt. Die Gefäßversuche wurden am 24. 6. 26 angesetzt. Von den je 16 ausgelegten Lupinensamen waren nur 2 bis höchstens 7 in den Gefäßen aufgelaufen, so daß der Lupinenversuch keine Auswertung erfahren konnte. Auch die Samen von Soja-braun waren recht schlecht gekeimt, am besten war noch der Versuch mit Soja-schwarz. Beide Sojaversuche wurden am 8. 9. 26 abgebrochen. Auch diese Gefäßversuche haben nur eine Erhärtung der Ergebnisse der Feldversuche gebracht, so daß also nunmehr auf Grund der gesamten Versuchsergebnisse gesagt werden kann, daß die Bakterien der Nebenwurzelknöllchen keine stärkere Wirksamkeit besitzen als die Bakterien der Hauptwurzelknöllchen.

Aus hier nicht näher darzulegenden Gründen mußte auf die Bestimmung des Stickstoffgehaltes der einzelnen Versuchsreihen der gesamten vorerwähnten Versuche verzichtet werden. Ob dabei Unterschiede im Sinne der Hiltnerschen Theorie zutage getreten wären, kann nicht gesagt werden, ist aber nach den Ergebnissen der weiter unten dargelegten Versuche unwahrscheinlich.

Bezüglich der Größe, der Form, des Aussehens und der Beschaffenheit der Knöllchen und auch bezüglich des bakteriellen Inhalts derselben waren die Variationen innerhalb der verschiedenen geimpften, wie der Kontrollreihen nicht größer als innerhalb der gleich behandelten Doppelreihen; insbesondere war niemals eine „pathogene“ Wirkung der Bakterien feststellbar; wo einmal einzelne weniger gesund entwickelte Pflanzen anfielen, zeigte sich meist ein gegenüber den kräftigeren Pflanzen derselben Reihen deutlich geringerer Besatz mit Knöllchen und die entstandenen Knöllchen waren auch kleiner.

Es stimmt diese Beobachtung vollkommen überein mit den von Müller und mir im Jahre 1925 berichteten Erfahrungen bei Erbsenpflanzen, von denen die im vollen Tageslicht gezogenen und kräftig gewachsenen einen reichlichen Knöllchenbesatz an allen Wurzeln

¹⁾ Nähere Angaben darüber siehe S. 221.

²⁾ Für später zu besprechende Vegetationsversuche mit Pelusken und Serradella wurde eine große Anzahl der Vegetationsgefäße benötigt.

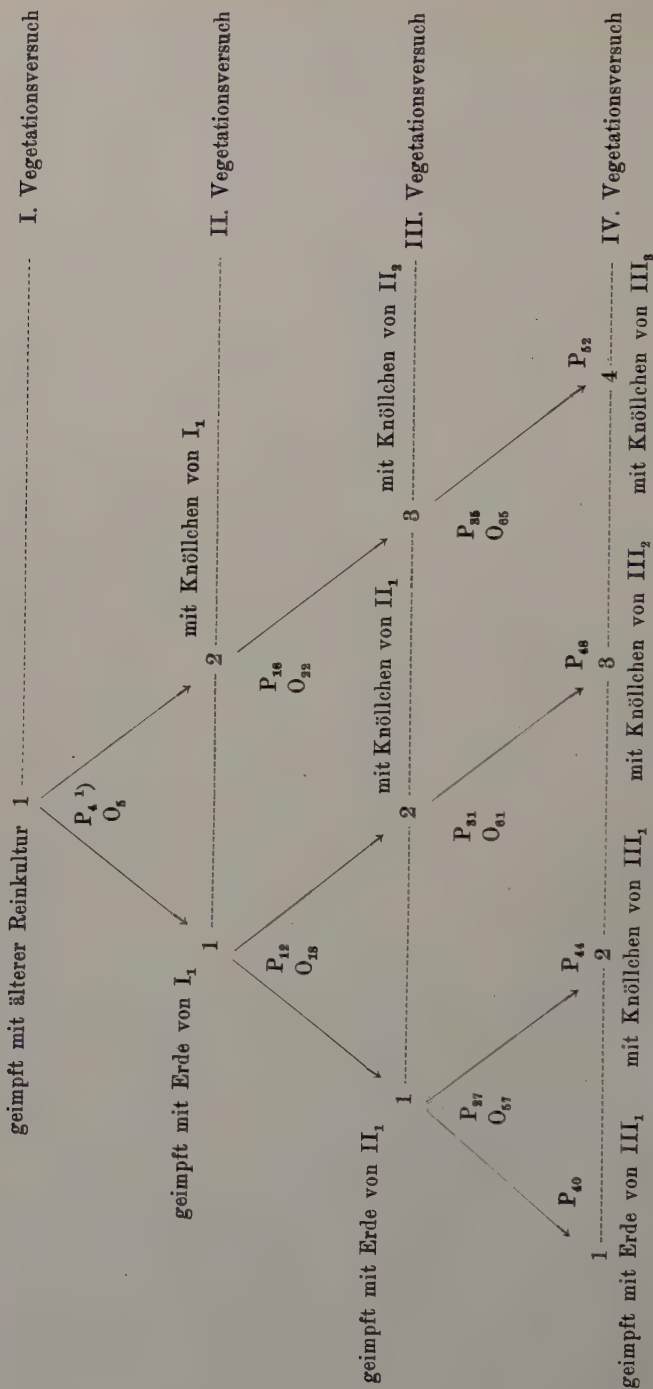
gebildet hatten, während die durch starke Beschattung künstlich geschwächten Pflanzen nur wenige sehr kleine, über das ganze Wurzelsystem verteilte Knöllchen aufwiesen.

B. Untersuchungen über die Möglichkeit der Wirksamkeitserhöhung von Knöllchenbakterien durch „Pflanzenpassage“.

Im Hinblick auf die Bedeutung der Frage der Wirksamkeitserhöhung der Knöllchenbakterien schien mir bei der Nachprüfung der positiven Untersuchungsergebnisse von Wunschik eine möglichst enge Anlehnung an dessen Versuchstechnik am zweckmäßigsten. Das Schema, nach dem auch von mir vorgegangen wurde, sei hier noch einmal der Übersichtlichkeit wegen wiederholt (S. 222).

Im übrigen sei auf die entsprechende ausführliche Veröffentlichung Wunschiks verwiesen. Wenn von mir bezüglich der Versuchsanordnung und -ausführung nichts besonderes erwähnt ist, ist stets nach den Angaben Wunschiks verfahren und diese sind also maßgebend. Die Gefäße, die von mir verwendet wurden, faßten etwa 14 kg Erde, waren aus Zink und hatten der besseren Durchlüftung wegen einen gewölbten Bodeneinsatz mit zwei „Schornsteinen“ von je 2,5 cm Durchmesser. Gefüllt wurden die Gefäße mit einer gut gesiebten Mischung von $\frac{1}{3}$ Lauberde und $\frac{2}{3}$ sandigem Lehm. Die Grunddüngung war die gleiche wie bei Wunschik. An Stelle des Azotogens wurden von mir jedoch Knöllchenbakterien zur erstmaligen Impfung benutzt, die bereits mehrere Jahre auf künstlichem Substrat (Möhren-Agar) in Reinkultur gehalten waren. Die Impfungen selbst wurden — das sei hier aus später zu erörternden Gründen etwas ausführlicher dargelegt — in folgender Weise ausgeführt: Je eine junge, 48 Stunden bei 26° gezüchtete und kräftig gewachsene Schrägagarkultur von Erbsenbakterien oder eine etwa 6—8 Tage alte von Serradellabakterien bzw. die mindestens zwanzigfache Menge Knöllchenverreibung wurde in je 1000 ccm Leitungswasser aufgeschwemmt und von dieser Aufschwemmung für die vier Gefäße jeder Reihe je 250 ccm benutzt; um eine gleichmäßige Verteilung der Bakterien im Boden zu erreichen, wurden durch vorsichtiges Einstechen mit etwa 3 mm dicken Glasstäben zwischen den eben aufgelaufenen Pflänzchen zahlreiche Kanäle der verschiedensten Tiefe in den Erdboden der einzelnen Vegetationsgefäße angelegt, die Flüssigkeit gleichmäßig über die Kanäle verteilt und diese dann wieder geschlossen.

Schema der Vorversuche.



Vorversuch mit Peluschken.

Wie aus der Tabelle 12 ersichtlich ist, wurde die Aussaat für den I. Vegetationsversuch am 22. 4. 1926 vorgenommen. Auf je ein Gefäß kamen 48 Samen. Die Impfung erfolgte am 1. 5., also bereits nach 9 Tagen. Geerntet wurde am 27. 5., nach einer Versuchsdauer demnach von 35 Tagen. Wie von Wunschik wurde jeder Einzelversuch vierfach, also in vier gleichen Gefäßen, angesetzt. Es wurde aber nicht nur die Grünmasse geerntet, wie Wunschik das tat, sondern, worauf bereits in einer früheren Veröffentlichung von mir (18) hingewiesen wurde, die gesamte Pflanzenmasse aus je drei Gefäßen. Dabei wurde so vorgegangen, daß jedes einzelne Gefäß auf ein feinmaschiges Sieb gelegt, die grüne Pflanzenmasse nach oben gebogen und mit einem dünnen gut ausregulierten Wasserstrahl die Erde vorsichtig und restlos von den Wurzeln abgeschlämmt wurde, nachdem zuvor etwa je 1,5 kg Erde behutsam abgeklopft und trocken abgesiebt worden war, von der für die 1. Gruppe des II. Vegetationsversuches sofort nach gründlicher Durchmischung je 1 kg als Impferde wieder Verwendung fand. Bei einigermaßen geschicktem Vorgehen ist es auf diese Weise sehr wohl möglich, ohne nennenswerten Verlust die Gesamtpflanzenmasse einschließlich der Knöllchen zu erhalten. Wird dann die Pflanzenmasse eines Gefäßes in größere, niedrige Glashäfen mit dem Wurzelgeflecht eingelegt, so lassen sich unter Wasser mit Hilfe von zwei dünnen Glasstäben die Einzelpflanzen mit ihren Wurzeln ohne ernstere Verletzung und ohne Verluste voneinander trennen. An derart isolierten Pflanzen können dann die Knöllchen verhältnismäßig leicht ausgezählt werden. Sind einzelne besonders zarte Würzelchen lose vorhanden, so werden ihre Knöllchen der schließlichen Gesamtzahl zugerechnet.

Wenn Wunschik bei der Besprechung seines ersten Peluschkenversuches (S. 408) darauf hinweist, daß eine genaue Zahlenangabe der Knöllchen „infolge der überaus starken Besetzung und der leichten Abbröckelung bei der Abschlämmung aus dem Boden nicht möglich“ gewesen sei, so muß dem entgegengehalten werden, daß diese nach meinen Erfahrungen wohl zu erlangen gewesen wäre. Wenn Wunschik andererseits anschließend aber sagt: „Um einen zahlenmäßigen Vergleich für die Knöllchenbildung in den einzelnen Reihen zu erhalten, erfolgt eine Bonitierung der Knöllchen-

masse für die zusammengehörigen Versuchsgruppen eines Vegetationsversuches dem Auge nach und unter Zugrundelegung der geringsten Knöllchenmasse einer Reihe gleich 1“, so erscheint mir das letztere Verfahren doch allzu grob; denn wie soll eine einigermaßen zuverlässige „Bonitierung“ durchführbar sein, wenn es nicht gelingt, das Wurzelsystem mitsamt den Knöllchen von der Erde zu befreien und die gesamte Knöllchenmasse damit erst dem Auge sichtbar zu machen? Übrigens gibt Wunschik selbst in den späteren Hauptversuchen doch genaue Knöllchenzahlen an (S. 433, 436, 437). Daß diese Zahlen nicht mit der Knöllchenmasse unbedingt in Übereinstimmung sein müssen, leuchtet ein. Betrachtet man aber die hohen Knöllchenzahlen z. B. meiner Tabelle 12 und berücksichtigt das geringe Trockengewicht der Gesamtpflanzenmasse, so wird man mir zugeben müssen, daß eine einigermaßen zuverlässige Schätzung der Knöllchenmasse außerordentlich schwer, ja m. E. sogar unmöglich ist.

Bei dem sich dem I. Vegetationsversuch sofort anschließenden II. Versuch (Beginn am 27. 5.) mit zweimal je vier Gefäßen erhielt die 2. Gruppe die gleiche Knöllcheninfus-Impfung (am 31. 5.), wie sie Wunschik angibt. Geerntet wurde am 21. 6. 1926. Beim III. Vegetationsversuch mit dreimal je vier Gefäßen wurden die Knöllcheninfus-Impfungen am 7. Tage nach der Einsaat vorgenommen und bei dem IV. Vegetationsversuch mit viermal je vier Gefäßen am 9. Tage.

Die Beobachtungen, die Wunschik innerhalb der einzelnen Versuchsreihen gerade an Peluschken gemacht hatte hinsichtlich Hungerstadien, Verteilung und Größe der Knöllchen, Knöllchenmasse usw., hatten mein allergrößtes Interesse gefunden, und ich war daher überrascht, bei meinen Versuchen keine der angeführten Beobachtungen bestätigt zu finden. Unterschiede in der grünen Färbung der oberirdischen Pflanzenmassen innerhalb der vier Versuchsserien, die durch längeres Verweilen der Pflanzen mancher Vegetationsgefäße in der Phase des „Hungerstadiums“ zum Ausdruck hätten kommen müssen, ließen sich trotz besonderer Aufmerksamkeit nicht feststellen. Es kann das aber darin seinen Grund haben, daß erstens die Impfung der Keimpflänzchen früher geschah als bei Wunschik und zweitens die verwendete Erde nährstoffreicher war als bei diesem. Auch Pfeiffer hat solche Unterschiede nicht beobachtet und glaubt deshalb, daß das Auftreten der Hungerphase durch die besonders günstigen Vegetations-

bedingungen seiner Versuche „in der Dauer verkürzt oder ganz verhindert worden“ sei. Differenzen in der Größe der Knöllchen traten selbstverständlich auf, aber sie waren im allgemeinen bei Pflanzen der verschiedenen Reihen eines Versuches nicht größer als bei Pflanzen einer einzelnen Reihe des gleichen Versuches. Fingerartig verzweigte, kleinere Knöllchen waren nicht häufig, sie fanden sich meist an Nebenwurzeln. Knöllchen „mit 3- bis mehrfach geteilter Oberfläche, vom Aussehen und von der Größe einer Walderdbeere“ wie sie von Wunschik in der dritten Reihe des IV. Vegetationsversuchs (geimpft mit Knöllchenverreibung der zweiten Pflanzenpassage) „fast nur“ gefunden wurden und zwar mit dem Sitz an der Hauptwurzel, oder gar noch größere korallenartig-angehäufte Knöllchenmassen am Wurzelhals aller Pflanzen der 4. Reihe desselben Versuches (Impfung: Knöllchenverreibung der dritten Pflanzenpassage), während die Nebenwurzeln nur sehr spärlich und mit nur kleinen Knöllchen besetzt waren, habe ich innerhalb der entsprechenden Versuchsserien niemals beobachten können. Da ich aber aus früheren Versuchen mit Leguminosen weiß, daß bei „Kopfimpfung“ und vorsichtiger Bewässerung die Knöllchenbildung vorwiegend an der Hauptwurzel resp. dem Wurzelhals vor sich geht und die Knöllchen hier besondere Größe erlangen können, will es mir scheinen, daß die eigenartigen Ergebnisse Wunschiks auf die Art der Impfung zurückzuführen sein werden¹⁾. In dieser Annahme bestärken mich die Resultate, die Wunschik in der Tabelle auf S. 423 zusammengestellt hat, und bei denen es sich um Topfversuche in sterilem Quarzsand mit Reinkulturen von Peluschkenknöllchenbakterien der verschiedenen Passagen handelt, die auf ihre Echtheit geprüft werden sollten. Hier finden sich Knöllchenzahlen und es ist daraus ersichtlich, daß im mittleren Besatz pro Pflanze, geimpft mit Bakterien zweiter bis vierter Passage, keine so großen Unterschiede vorhanden sind, wie es die ersten Versuchsergebnisse Wunschiks vermuten lassen.

Die Zahlen seien hier wiedergegeben:

Es war der mittlere Besatz einer Pflanze

in Topf	Nr. 1—3,	geimpft mit Bakt. 2. Passage	53,7; 46,9; 56,6;
"	"	" 1—3,	" " 3. " 49,1; 49,2; 27,2;
"	"	" 1—3,	" " " 4. " 56,8; 45,8; 54,4.

¹⁾ Auf S. 221 habe ich deshalb die von mir angewandte Impfmethode ausführlich beschrieben.

Im reinen Sand ging die gleichmäßige Verteilung wohl (vielleicht unbeabsichtigt) besser vor sich als in der von Wunschik benutzten Erde; daher auch die gleichmäßigeren Ergebnisse in der Knöllchenzahl.

Was nun die Steigerung des Ertrages an Pflanzenmasse bei den einzelnen Vorversuchen von Wunschik mit Peluschken betrifft, so fällt folgendes auf: Im II. Vegetationsversuch bei Impfung mit Knöllcheninfus der 1. Pflanzenpassage ist eine Steigerung nicht beobachtet worden. Das Mehr an Pflanzenmasse liegt innerhalb der Fehlergrenze. Im III. Vegetationsversuch ist sogar bei Impfung mit Knöllchenverreibung der 1. Pflanzenpassage eine Minderernte an Trockenmasse erzielt worden ($- 1,4 \pm 0,21$), die sich noch stärker in den Gefäßen mit Knöllcheninfusimpfung der 2. Pflanzenpassage ausgewirkt hat ($- 2,9 \pm 0,31$). Diese Verlustwerte liegen weit außerhalb der Fehlergrenzen, sind also gesichert. Man hätte nun im IV. Vegetationsversuch mit einer gleichgerichteten Impfwirkung rechnen müssen. Hier sind die Ergebnisse aber umgekehrt. Bei Impfung mit Knöllcheninfus der 1. Pflanzenpassage ist eine deutliche Ertragssteigerung zu verzeichnen ($+ 1,9 \pm 0,13$), eine weitere Steigerung hat die Impfung mit Knöllcheninfus der 2. Pflanzenpassage gebracht ($+ 3,6 \pm 0,37$); eine Ertragsverminderung gegenüber der mit Impferde erzielten Pflanzenmasse ist erst durch die Impfung mit Knöllcheninfus der 3. Pflanzenpassage aufgetreten ($- 1,5 \pm 0,23$). Mit der Ab- bzw. Zunahme der Pflanzenmasse in den einzelnen Reihen sinkt bzw. steigt auch der Ertrag an Gesamtstickstoff.

Vergleichen wir mit diesen Ergebnissen von Wunschik nunmehr die meinigen (Tabelle 12). Im II. Vegetationsversuch liegt der geringe Minderertrag an Trockenmasse bei Impfung mit Knöllcheninfus der 1. Pflanzenpassage gegenüber der mit Impferde innerhalb der Fehlergrenze ($- 0,2 \pm 1,01$)¹⁾. Im III. Vegetations-

¹⁾ Der Berechnung des mittleren Fehlers des Mittelwertes (= E) wurde folgende Formel zugrunde gelegt:

$$E = \pm \sqrt{\frac{S}{n(n-1)}} = \frac{\varepsilon}{\sqrt{n}} \text{ wobei } \varepsilon, \text{ der mittlere Fehler der einzelnen Messung} \\ = \pm \sqrt{\frac{S}{n-1}} \text{ ist, } S = \text{die Summe der Quadrate jeder Variante und } n = \text{die Zahl der Variante.}$$

Der mittlere Fehler, $m^{\text{Diff.}}$, der Differenz zweier unabhängig voneinander bestimmter Mittelwerte M_1 und M_2 mit ihren Mittelwerten m_1 und m_2 wurde folgendermaßen bestimmt:

$$m^{\text{Diff.}} = \sqrt{m_1^2 + m_2^2}.$$

Tabelle 12.
Vorversuche mit Peluschken.

Vegetations- versuch	Reihe	Vegetationszeit	Tag	Impfung mit	Trocken- masse	Mehr durch die ver- schieden Passagen	% N	Gesamt- N	N mehr durch die verschiedenen Passagen	Knöllchen- zahl
I	1	22. 4.—27. 5. 26	35	alter Reinkultur (3 Jahre lang auf Möhrenagar gezüchtet)	16,6 ± 0,55	—	4,2102	699 ± 23	—	5131 ± 442
	2	27. 5.—21. 6. 26	25	Knöllchen (-verreibung) der 1. Pflanzenpassage	13,0 ± 0,39	—	4,6246	604 ± 13	—	2691 ± 152
II	1	27. 5.—21. 6. 26	25	Knöllchen (-verreibung) der 1. Pflanzenpassage	12,8 ± 0,94	— 0,2 ± 1,01	4,3469	557 ± 41	— 47 ± 43,0	3503 ± 447
	2	27. 5.—21. 6. 26	25	Knöllchen (-verreibung) der 1. Pflanzenpassage	21,1 ± 0,81	—	3,3494	705 ± 27	—	3329 ± 706
III	1	21. 6.—5. 8. 26	45	Knöllchen (-verreibung) der 1. Pflanzenpassage	21,8 ± 1,50	+ 0,7 ± 1,70	3,4393	751 ± 52	+ 46 ± 58,6	3878 ± 381
	2	21. 6.—5. 8. 26	45	Knöllchen (-verreibung) der 1. Pflanzenpassage	24,6 ± 1,78	+ 3,5 ± 1,96	3,3051	814 ± 59	+ 109 ± 64,8	3769 ± 515
IV	1	21. 6.—5. 8. 26	45	Knöllchen (-verreibung) der 2. Pflanzenpassage	17,9 ± 1,09	—	3,7193	668 ± 41	—	4014 ± 620
	2	5. 8.—20. 9. 26	46	Knöllchen (-verreibung) der 1. Pflanzenpassage	17,9 ± 0,66	—	3,7924	681 ± 25	+ 13 ± 48,0	3002 ± 373
	3	5. 8.—20. 9. 26	46	Knöllchen (-verreibung) der 2. Pflanzenpassage	26,2 ± 2,97	+ 8,3 ± 3,16	3,1734	833 ± 94	+ 165 ± 103	5135 ± 464
	4	5. 8.—20. 9. 26	46	Knöllchen (-verreibung) der 3. Pflanzenpassage	21,7 ± 1,35	+ 3,8 ± 1,73	3,4815	758 ± 47	+ 90 ± 62,3	4600 ± 1094

versuch steigt die Pflanzenmasse, wie es eigentlich erwartet werden müßte, mit der Impfung der 1. zur 2. Pflanzenpassage an. Aber die erhaltenen Werte sind nicht gesichert ($+ 0,7 \pm 1,70$ und $+ 3,5 \pm 1,96$). Im IV. Vegetationsversuch ist eine Steigerung nach Impfung mit Knöllchenverreibung der 2. Pflanzenpassage unverkennbar; die Differenz ist, wenn auch nicht viel und damit nicht absolut einwandfrei gesichert, immerhin größer als der 2fache mittlere Fehler ($+ 8,3 \pm 3,16$).

Der erzielte aber geringere Mehrertrag durch die Impfung mit Knöllchenverreibung der 3. Pflanzenpassage liegt wiederum innerhalb der errechneten Fehlergrenze.

Es ist, das sei hier hervorgehoben, in Übereinstimmung mit Wunschik im IV. Vegetationsversuch also eine Steigerung des Ertrages an Trockenmasse nach Impfung mit Knöllchenverreibung von der 2. Pflanzenpassage erreicht worden.

Die Mehr- oder Mindererträge an Gesamtstickstoff bei den 4 Vegetationsversuchen liegen alle noch innerhalb der Fehlergrenze.

Betrachtet man den Prozentgehalt an Stickstoff in den verschiedenen Vegetationsversuchen, so zeigt sich, daß er im II. Versuch am höchsten ist, annähernd ebenso hoch auch im ersten, dann aber zurückgeht; es kann das seinen Grund darin haben, daß die Vegetationsdauer im II. Versuch am kürzesten war (25 Tage), dann vom I. zum III. und IV. anstieg und daß die Knöllchenzahl beim II. und besonders I. Versuch im Vergleich zur Pflanzenmasse schon recht hoch war; die Stickstoffassimilation hatte hier demnach früh und kräftig eingesetzt. In dem Auftreten besonders großer Knöllchen in der 4. Reihe seines IV. Vegetationsversuches und damit zusammengehend einer Verringerung der oberirdischen Pflanzenmasse sieht Wunschik den Beweis für seine Annahme, „daß bei der Symbiose der Knöllchenbakterien mit der Pflanze ein Verhältnis möglich ist, bei dem zufolge des Übergewichts der Wachstumskraft (Vegetationsenergie) der Bakterien über die der Pflanze ein Gleichgewichtszustand nicht eintreten kann“, also die Wachstumskraft der Pflanze durch die Bakterien geschwächt ist. Ich kann mir, da ich bei meinen Versuchen diese erdrückende Knöllchenmasse an den Pflanzen in der 4. Reihe, die mit Knöllchenverreibung der dritten Pflanzenpassage geimpft war, nicht feststellen konnte und auch aus anderen wichtigen, weiter unten näher darzulegenden Gründen, diese Beweisführung Wunschiks nicht zu eigen machen.

Betrachten wir weiter die Knöllchenzahlen in den einzelnen Versuchsserien, so fällt besonders das Ergebnis des I. Vegetationsversuches auf, bei dem anstelle von Azotogen eine alte Reinkultur zum Impfen Verwendung gefunden hat. Trotz mehrjähriger Züchtung auf Möhren-Agar hat diese Reinkultur eine kräftige Wirksamkeit gezeigt, denn die mittlere Knöllchenzahl pro Gefäß betrug 5131. Dieser hohe Mittelwert ist erst bei der 3. Reihe des letzten Vegetationsversuches wiederzufinden. Die etwas niedrigere Zahl in der 4. Reihe des gleichen Versuches ist nur auf die starken Unterschiede in dem Knöllchenbehang zweier Gefäße zurückzuführen, von denen das eine trotz etwas höheren Trockengewichtes der Pflanzen unverständlicherweise nur zahlenmäßig halb so viel Knöllchen ergab (2525) wie das zweite (5038); im dritten Gefäß fand sich das höchste Trockengewicht (24,3 g) und auch die höchste Knöllchenzahl (6238).

Der Vergleich der Zahlen des Gesamtstickstoffes der Reihen 1—4 von Wunschik mit den meinigen ergibt keinerlei Übereinstimmung. Vor allem fehlt bei meinen Versuchen der starke Rückgang an Pflanzenmasse und im Zusammenhang damit der starke Abfall des Gesamtstickstoffes in der 4. Reihe, eine weitere Tatsache also, die mit der Ansicht Wunschiks bezüglich der Übersteigerung der Wirksamkeit der Bakterien zum Schaden der Pflanze **nicht** in Einklang zu bringen ist.

Vorversuch mit Serradella.

Die in analoger Folge wie mit Peluschken durchgeführten Versuche mit Serradella benötigten zufolge der langsamen Wüchsigkeit dieser Pflanze längere Vegetationszeiten.

Die Aussaat für den ersten Vegetationsversuch erfolgte am 13. 4. 1926, die Impfung am 26. 4. Anstelle des Azotogens wurde auch hier eine früher hergestellte Reinkultur zum Impfen benutzt und zwar war dieselbe bereits vier Jahre auf Möhrenagar fortgezüchtet. Ihre Wirksamkeit war, wie die der Erbsenknöllchenbakterien, trotz der langen künstlichen Kultur ungeschwächt. Die Aussaat für den zweiten Vegetationsversuch erfolgte am 26. 6., die Impfung am 8. 7. und die Aussaat für den dritten Vegetationsversuch endlich am 26. 8., die Impfung am 10. 9. Die Vegetationsdauer betrug 44, 61 und 94 Tage.

Tabelle 13.
Vorversuche mit Serradella.

Vegetationsversuch	Reihe	Vegetationszeit	Impfung mit	Trocken- masse g	Mehr durch die ver- schieden Passagen g	% N	Gesamt- N mg	N mehr durch die verschiedenen Passagen mg	Knöllchen- zahl
I	1	13. 4.—26. 6. 26	44	alter Reinkultur aus Sammlung (4 Jahre lang auf Möhrenagar gezüchtet)	16,4 ± 1,23	—	2,9004	477 ± 36	2697 ± 179
	2	26. 6.—26. 8. 26	61	Erde	19,2 ± 1,48	—	3,2969	632 ± 49	1388 ± 147
II	1	26. 6.—26. 8. 26	61	Knöllchen (-verreibung) der 1. Pflanzenpassage	15,3 ± 1,76	— 3,9 ± 2,30	3,3061	507 ± 58	2603 ± 179
	2	26. 8.—29. 11. 26	94	Erde	6,8 ± 0,17	—	3,7521	257 ± 6	1125 ± 28
III	1	26. 8.—29. 11. 26	94	Knöllchen (-verreibung) der 1. Pflanzenpassage	6,2 ± 0,26	— 0,6 ± 0,31	3,5768	222 ± 10	3570 ± 300
	3	26. 8.—29. 11. 26	94	Knöllchen (-verreibung) der 2. Pflanzenpassage	5,9 ± 0,72	— 0,9 ± 0,74	3,6036	211 ± 26	2557 ± 323

Vergleicht man die in Tabelle 13 zusammengestellten Versuchsergebnisse mit den entsprechenden von Wunschik (siehe dessen Tabelle Nr. 3, S. 441), so zeigt sich auch hier nicht die erwartete Übereinstimmung. Zwar ist im II. Vegetationsversuch Wunschiks auch eine Trockenmasseverminderung nach Impfung mit Knöllchenverreibung der 1. Pflanzenpassage gegenüber dem Gewicht an Trockenmasse bei Verwendung von Impferde zu verzeichnen; die Differenz liegt, wie in meinem II. Vegetationsversuch, noch innerhalb der Fehlergrenze! Auffallend ist bei Wunschiks Versuch, daß der N-Gehalt der mit Erde geimpften Reihen besonders niedrig lag im Verhältnis zu dem prozentualen N-Gehalt der Reihen 2 bzw. 3, bei denen mit Knöllchenverreibung von der 1. und 2. Pflanzenpassage geimpft worden war; daher ist im II. Vegetationsversuch Wunschiks auch trotz geringeren Ertrages an Trockenmasse eine Zunahme von N vorhanden. In meinem II. Versuch hat sich entsprechend der scheinbaren Verminderung des Ertrages an Trockenmasse auch eine Verminderung der Gesamt-N-Menge ergeben; die Zahlen sind aber nicht gesichert.

Von einer Steigerung der Trockenmasse oder des Gesamtstickstoffes in dem II. Vegetationsversuch kann also keine Rede sein.

Im III. Vegetationsversuch ist im Gegensatz zu Wunschiks Befunden von Wirksamkeitserhöhung durch die Pflanzenpassage ebenfalls nicht das Geringste zu beobachten gewesen.

Die Trockengewichts-Differenzen liegen sowohl in der 2. wie 3. Reihe innerhalb der Fehlergrenze, die Differenz an Gesamt-N liegt in der 2. Reihe ($-35 \pm 11,7$) wohl außerhalb, in der 3. Reihe aber wieder innerhalb der Fehlergrenze. Die Knöllchen waren in allen Reihen verhältnismäßig gleichmäßig über Haupt- und Nebenzurzel verteilt und ein wenig schwankend in der Größe, auch innerhalb derselben Reihen. In der 1. Reihe des III. Vegetationsversuches war ihre Zahl im Verhältnis zu der der 2. Reihe niedrig. Die Knöllchen waren scheinbar auch etwas größer, keinesfalls aber etwa 3fach größer als in Reihe 2; ich hielt hier wie in den vorhergehenden Versuchen mit Peluschken eine einigermaßen zuverlässige „Schätzung“ der Knöllchenmasse für unmöglich. Wunschik hat auch in Reihe 2 und 3 seines Serradellaversuches nur „Knöllchen von Wickenkorn- bis Rotkleesamengröße“ feststellen können. Da er in der 1. Reihe aber, trotz Impfung mit Azotogen, nur je Pflanze 1 bis höchstens 4 Knöllchen, allerdings von Bohnengröße, und diese nur an den tiefsten und zartesten Wurzelfasern, erhielt,

so scheint mir dieses Ergebnis nicht auf „vegetationsschwache“ Knöllchenbakterien, sondern auf die Verwendung einer unbrauchbar gewordenen Azotogenkultur zurückgeführt werden zu müssen. Bemerkenswert ist, daß in der 1. Reihe des 3. Versuches der Prozentgehalt an Stickstoff und der Ertrag an Gesamt-N trotz der wesentlich geringeren Knöllchenzahl und der keineswegs bedeutenden Größe der Einzelknöllchen höher war als in den Reihen 2 und 3. Zeitliche Unterschiede im Ergrünen der Pflanzen oder, was dasselbe ist, in der Erreichung der „Gleichgewichtsphase“ wurden auch bei *Serradella* innerhalb der verschiedenen Reihen der gleichen Vegetationsversuche nicht beobachtet; es wäre das nach den Überlegungen Wunschiks so zu deuten, daß die Bakterien der einzelnen Passagen eine gleich große Vegetationsenergie besitzen müßten. Dem Umstand, daß der III. Vegetationsversuch erst Ende August begonnen werden konnte, ist es zuzuschreiben, daß die Pflanzen sich nur sehr langsam entwickelten und die Pflanzenmasse bei Abbruch des Versuches im Verhältnis zu dem der ersten beiden Vegetationsversuche recht gering war. Die Knöllchenbildung war, wie die Tabelle zeigt, aber dadurch nicht behindert.

Hauptvegetationsversuche.

Die für die Hauptversuche notwendigen Reinkulturen waren im Jahre zuvor jeweils aus den Wurzelknöllchen der verschiedenen Reihen der Vorversuche gewonnen und anschließend sowohl differentialdiagnostisch wie durch den Pflanzenversuch auf ihre Echtheit geprüft worden. Hier näher auf die dabei angewandte Methodik usw. einzugehen, erübrigt sich wohl, da früher bereits genauere Angaben über derartige Untersuchungen von mir gemacht sind (1, 23, 24). Es sei nur betont, daß ich alle Reinkulturen, sowohl die von Peluschke wie die von *Serradella* auf *Möhrenagar* gehalten habe.

Meine Anordnung der Hauptvegetationsversuche weicht etwas von der Wunschiks ab. Ich habe diese Versuche nur mit Reinkultur-Impfungen durchgeführt und habe davon Abstand genommen, auch die Impferden zu verwenden, weil sie für die Klärung der vorliegenden Frage völlig unwesentlich sein dürften.

Da von mir Reinkulturen aus jeder Versuchsreihe der verschiedenen Vegetationsversuche (siehe Schema) des Jahres 1926

gezüchtet waren, so war es mir möglich, auch wiederum mehrere untereinander vergleichbare Gruppen zur Beobachtung zu bringen, wie das aus den Tabellen 13—15 leicht ersichtlich ist.

Hauptvegetationsversuch mit Peluschken.

Die im Jahre 1926 durchgeführten Vorversuche mit Peluschken haben also mit ansteigender Pflanzenpassage — wenigstens im III. und IV. Vorversuch — eine Steigerung des Ertrages an Pflanzenmasse bis zur zweiten Passage ergeben; die Mehrernten lagen allerdings in dem III. Vorversuch noch innerhalb der Fehlergrenze; im IV., bei der 2. Passage, außerhalb des 2 fachen mittleren Fehlers der Differenz. Es war nun festzustellen, ob diese Mehrerträge auf eine auf dem Wege der Passage erhaltene Erhöhung der Vegetationskraft der Knöllchenbakterien zurückzuführen sind; da die Impfungen in den Vorversuchen nur mit Knöllchenverreibungen ausgeführt wurden, ist diese Frage in den Hauptversuchen unter Verwendung von Reinkulturen zu entscheiden. Bei Übereinstimmung der Ergebnisse der Haupt- mit den Vorversuchen wäre das gleichzeitig ein Beweis dafür, daß die verschiedenen Abstufungsgrade in der Vegetationsenergie der Knöllchenbakterien durch Züchtung auf künstlichem Substrat in Reinkultur sich erhalten ließen.

Da andererseits durch die Impfung mit Knöllchenverreibung außer den Bakterien Stoffe in den Boden gebracht worden waren, von denen wir nicht wissen, ob sie nicht etwa auch das Pflanzenwachstum in irgendeiner Weise beeinflussen, so wurden auch die Serradellaversuche im Jahre 1927 mit Reinkulturimpfungen weitergeführt, obwohl sich eine Wirksamkeiterhöhung der Knöllchenbakterien dieser Leguminosen durch wiederholte Pflanzenpassage in den Vorversuchen nicht hatte erkennen lassen.

Je 4 Vegetationsgefäße in gleicher Größe, mit gleicher Erdfüllung und mit gleicher Düngung wie im Vorjahre, wurde, nachdem je 48 Samen am 14. 4. 27 in jedes Gefäß ausgelegt waren, am 26. 4. 27 mit der jeweils gleichen Reinkulturaufschwemmung geimpft. Bei den Vorversuchen im Jahre 1926 hatte sich die an Stelle von Azotogen verwendete Bakterienreinkultur aus meiner Labor.-Sammlung als kräftig wirksam erwiesen. Da der Einwand gemacht werden könnte, daß es sich bei dieser Sammlungskultur bereits um einen gut „angepaßten“ und besonders wirksamen Bakterienstamm gehandelt habe, so daß eine Steigerung der Wirk-

samkeit nicht mehr oder nur in geringem Maße möglich gewesen sei, mag erwähnt sein, daß es sich bei diesem Stamm um eine Isolierung aus *Pisum sativum*, der Gartenerbse, und nicht aus *Pisum arvense*, der Ackererbse oder Peluschke, handelte. Ich benutzte dieselbe Kultur im Jahre 1927 für die oberste Impfsérie. Die auf diese eigentlich folgende, mußte ausfallen, weil die dazu notwendige Bakterienkultur Nr. 4 (aus dem ersten Vegetationsvorversuch 1926, siehe Schema S. 222), leider im Laufe des Winters verunglückt war. Die Impfung wurde erst 12 Tage nach der Aussaat vorgenommen, weil die Apriltage in der 2. Monatshälfte 1927 noch kühl waren und die Samen erst nach dieser Zeit aufliefen. Zum Impfen wurden Aufschwemmungen der Reinkulturen in der auf S. 221 angegebenen Stärke benutzt. Die 40 Gefäße wurden, wie im Vorjahre, auf fahrbaren Wagen in der Vegetationshalle aufgestellt, um eine Gleichmäßigkeit in Belichtung und Besonnung zu gewährleisten, wöchentlich einmal umgestellt und bei Regen oder Frostgefahr in den überdachten Teil der Halle zurückgeschoben. Am 2. 5. waren die Samen bis auf einzelne Ausnahmen, die auch später nicht mehr keimten, alle bereits sehr gut aufgelaufen. Einige größere fast in jedem Topf zu findende Pflänzchen (etwa 5—8 cm hoch) fielen durch ihre hellgelblich-grüne Farbe auf, während die kleineren Pflänzchen derselben Gefäße eine rein grüne Farbe zeigten.

Am 21. 5. waren mehrere Pflanzen je eines Gefäßes der Reihe II₂, IV₃ und IV₄ noch etwas heller grün, in den übrigen 37 Gefäßen Unterschiede in der Farbe der Pflanzen nicht feststellbar. Am 31. 5. wurden die Peluschken zwischen 4 in die Erde jedes Gefäßes eingesteckten langen Holzstöckchen hochgebunden. Zu diesem Zeitpunkt machte sich, dem Auge sichtbar, ein Unterschied im Stand und in der Wüchsigkeit der Pflanzen der verschiedenen Gefäße nicht geltend. Am 13. 6. wurden je 3 Gefäße aller Reihen geerntet, das 4. Gefäß jeder Reihe aber blieb stehen, um gegebenenfalls prüfen zu können, ob die im kürzeren Versuch festzustellenden Verschiedenheiten vielleicht durch die längere Vegetationsdauer noch einen Ausgleich erfahren würden.

Die Tabelle 14 gibt die Resultate wieder. Die alte Sammlungskultur erwies sich in diesem Jahr nicht minder wirksam wie im Vorjahr. Es beweist das vor allen Dingen wieder, daß der zur Fortzüchtung bisher gebrauchte Möhrenagar ein für Knöllchenbakterien hervorragend geeignetes Nährsubstrat darstellt und daß

Tabelle 14. Hauptvegetationsversuch mit Peluschen.
Vegetationszeit: 14. 4.—13. 6. 1927.

Nr. des entspr. Vorvers.	Impfung mit	Durchschnittszahl Pflanz./je Gel.	Trockenmasse g	Mehr durch Passagen	% N	Gesamt-N mg	N mehr durch Passagen mg	Knöllchenzahl
	alter Reinkultur aus Sammlung (vom Jahre 1923)	47	42,3 ± 1,42	—	3,1874	1346 ± 45,4	—	7532 ± 840
I ₁	Reinkultur Nr. 4 (1. Pflanzenpassage) ¹⁾			Versuchsreihe fehlt, da Kultur verunglückt				
II ₁	Reinkultur Nr. 12 (1. Erdpassage)	47	40,9 ± 2,39	— 1,4 ± 2,78	3,3564	1374 ± 80,5	+ 28 ± 92,4	7634 ± 609
II ₃	Reinkultur Nr. 16 (2. Pflanzenpassage)	47	36,7 ± 2,38	— 5,6 ± 2,77	3,3445	1227 ± 79,4	— 119 ± 91,5	7001 ± 1044
III ₁	Reinkultur Nr. 27 (2. Erdpassage)	47	39,6 ± 0,19	— 2,7 ± 1,43	3,2850	1296 ± 9,2	— 50 ± 46,3	5522 ± 293
III ₂	Reinkultur Nr. 31 (2. Pflanzenpassage)	47	35,7 ± 1,45	— 6,6 ± 2,03	3,4031	1214 ± 50,3	— 132 ± 67,8	6473 ± 1143
III ₃	Reinkultur Nr. 35 (3. Pflanzenpassage)	46	38,3 ± 0,87	— 4,0 ± 1,67	3,2503	1245 ± 28,3	— 101 ± 53,5	5971 ± 616
IV ₁	Reinkultur Nr. 40 (3. Erdpassage)	46	37,7 ± 0,67	— 4,6 ± 1,57	3,5132	1323 ± 23,3	— 23 ± 51,0	7696 ± 28
IV ₂	Reinkultur Nr. 44 (2. Pflanzenpassage)	46	40,9 ± 1,56	— 1,4 ± 2,11	3,1722	1297 ± 49,6	— 49 ± 67,2	8093 ± 1726
IV ₃	Reinkultur Nr. 48 (3. Pflanzenpassage)	46	44,3 ± 0,46	+ 2,0 ± 1,49	3,0540	1353 ± 13,8	+ 7 ± 47,5	6988 ± 1092
IV ₄	Reinkultur Nr. 52 (4. Pflanzenpassage)	45	40,4 ± 1,33	— 1,9 ± 1,95	3,4281	1385 ± 45,6	+ 39 ± 64,4	6293 ± 576

¹⁾ Da von einer Reinkultur, und zwar der aus der Sammlung, bereits bei den Vorversuchen als Impfmateriail ausgegangen wurde und die Reinkultur Nr. 4 aus Knöllchen der mit der Sammlungskultur geimpften Pflanzen isoliert wurde, liegt hier bereits die erste Pflanzenpassage vor.

es nicht, wie Wunschik glaubt, notwendig ist, zur Erhaltung der Wirksamkeit nur Nährböden zu verwenden, die aus Extrakt derjenigen Leguminosenart hergestellt sind, aus deren Knöllchen die Bakterien isoliert wurden. Wir müssen zum Vergleich stets den Vegetationsvorversuch der Tab. 12 der entsprechenden Versuchsgruppe des Hauptversuches gegenüberstellen. Beim II. Vorversuch hatten wir in beiden Reihen ungefähr gleiche Trockengewichtsmengen zu verzeichnen; der mit der Knöllchenverreibung der ersten Pflanzenpassage erzielte Ertrag war nur unwesentlich geringer (die Differenz liegt noch innerhalb der Fehlergrenze!), wie derjenige mit der Impferde; der Gesamtstickstofftertrag war zwar deutlich geringer, aber auch diese Differenz ist kaum größer als ihr mittlerer Fehler und infolgedessen nicht gesichert. In gleicher Richtung, nur noch etwas ausgeprägter, lagen die Ergebnisse dieser Gruppe des Hauptversuches.

In der III. Gruppe ist insofern keine Übereinstimmung mit den Befunden des entsprechenden Vorversuches festzustellen, als die Pflanzen-Passagenkulturen keine Erhöhung, sondern, in beiden Fällen, eine Verminderung des Ertrages an Trockenmasse sowohl, wie an Gesamtstickstoff ergeben haben. Diese Differenz an Trockenmasse übersteigt aber nur in einem Falle, bei III₂, mit $-6,6 \pm 2,03$ das Doppelte des mittleren Fehlers. Die Differenzwerte an Gesamtstickstoff liegen alle, auch die von IV₁—IV₄, innerhalb der Fehlergrenze. Die Erdbpassagenkultur der Gruppe III hat auch die Wirkung der Sammlungskultur nicht erreicht.

In der IV. Gruppe des Hauptversuches endlich ist, wenn auch keine Übereinstimmung mit denen des Vorversuches, so doch eine gewisse Stufung in den Befunden bezüglich der Pflanzenmasse zu verzeichnen. In der 3. Serie der IV. Gruppe sehen wir ein Maximum im Ertrag an Trockenmasse und in der 4. Serie wieder eine Abnahme, jedoch gleichzeitig ein weiteres Ansteigen des Gesamtstickstoffes, der hier trotz des Rückganges an Trockenmasse in der 4. Serie höher als in allen andern Serien ist. Alle diese Werte sind aber nicht gesichert! Außerdem ist hier zu berücksichtigen, daß in der Reihe IV₃ bei der sich eine scheinbare Steigerung der Trockenmasse gezeigt hat, zum Impfen eine Reinkultur (Nr. 48) Verwendung gefunden hat, die aus Pflanzen des Vorversuches IV₃ gewonnen und demnach bereits eine Pflanzenpassage mehr (die dritte) durchgemacht hat als die Bakterien der Knöllcheninfusionsimpfung des entsprechenden Vorversuches!

Korrelationen zwischen Knöllchenzahl und Gesamtstickstofftertrag bzw. prozentischem N-Gehalt lassen sich, wie aus der 5., 6. und 8. Kolumne der Tabelle 14 ersichtlich ist, nicht ableiten.

Werden mit den vorliegenden Befunden der IV. Gruppe die von Wunschik mit Peluschken erhaltenen verglichen, so zeigt sich in seinem Hauptversuch — im Gegensatz zu seinem entsprechenden Vorversuch — auch nur in einem Falle eine Ertragssteigerung durch die Pflanzenpassagekulturen, die außerhalb des zweifachen Fehlers liegt, aber mit $+2,9 \pm 1,40$ keineswegs absolut gesichert erscheint. Besonders interessant ist dieser Fall deshalb, weil, wie bereits angedeutet, diese Ertragssteigerung durch Impfung mit der Reinkultur der dritten Pflanzenpassage erzielt wurde, bei der im Vorversuch mit Knöllcheninfusimpfung gerade die nachteilige Beeinflussung von Wunschik festgestellt worden war. Sie hätte sich nach Reinkulturimpfung der vierten Pflanzenpassage noch wesentlich stärker zeigen müssen, dürfte aber in ihrer Auswirkung nicht oder sicherlich nicht deutlich in Erscheinung getreten sein.

Eine gewisse Übereinstimmung bezügl. der Ernteertragssteigerung durch die Reinkultur der 3. Pflanzenpassage der IV. Gruppe meines Hauptversuches mit der entsprechenden Passage-Reinkultur von Wunschik ist unverkennbar. Daß keine Übereinstimmungen bezüglich der Zu- resp. Abnahme der Trockenmasse in den Gruppen III + IV meines Hauptversuches erzielt wurden, ist ebenso auffällig wie die Abweichung, die in dem III. und IV. Vorversuch von Wunschik zutage getreten ist. Will man Zufälle oder vielleicht jahreszeitliche und damit im Zusammenhang stehende Witterungseinflüsse nicht gelten lassen, so ist ein Grund für diese Verschiedenheiten schwer zu finden.

Gehen wir nun zu der Versuchsreihe über, deren Vegetationszeit absichtlich stark verlängert wurde. Die Peluschken hatten hier etwas unterschiedlich geblüht, normal Früchte angesetzt und zur Ausbildung gebracht und waren erst geerntet worden, nachdem der größte Teil der grünen Pflanzenmasse schon vergilbt und vertrocknet war. Zu dieser Zeit waren die Knöllchen fast alle entleert und auch die Wurzeln teilweise geschrumpft. Infolgedessen konnte nur die oberirdische Pflanzenmasse Berücksichtigung finden. Die Ernte erfolgte am 12. September 1927. Alle Pflanzen

wurden dicht über dem Erdboden abgeschnitten. Überraschenderweise haben wir (siehe Tab. 15) den Höchstsertrag an Trockenmasse und zwar mit 163 g weit über dem nächsthöheren (mit 139 g) liegend, in dem Gefäß mit der Impfung der alten Reinkultur aus der Sammlung. Mit dem Höchstsertrag an Pflanzenmasse fällt der Höchstsertrag an Gesamtstickstoff hier zusammen. Der Stand der Pflanzen in dem Gefäß der IV. Gruppe mit der Impfung der Bakterien der zweiten Pflanzenpassage, also IV₃ der Tab. 14, die in dem Hauptversuch von kürzerer Dauer (siehe Tab. 13, IV₃) die größte Trockenmasse geliefert hatte, blieb, was unschwer bereits bei flüchtiger Betrachtung der Pflanzenmasse vor der Aberntung festgestellt werden konnte, weit hinter dem des vorher besprochenen zurück. Mit einem Ertrag von 97 g Trockenmasse ist nicht einmal $\frac{2}{3}$ der Trockenmasse des Gefäßes mit der Sammlungskulturingpfung erreicht. Auffallend ist, daß auch in der III. Gruppe mit der analogen (nicht gleichen!) Impfung der zweiten Pflanzenpassagekultur (also III₃) an Stelle von zu erwartenden Höchstserträgen im Sinne der positiven Wirksamkeitssteigerung der Knöllchenbakterien durch die verschiedenen Passagen, ein Ertragsminimum erzielt wurde. Im nächsten Gefäß der Gruppe IV, Impfung mit Kultur der vierten Pflanzenpassage (= IV₄ der Tab. 14), war der Pflanzenertrag wieder etwas höher, er hätte aber, um im Einklang mit der Arbeitshypothese von Wunschik zu bleiben, noch geringer sein müssen als bei IV₃, weil die für IV₄ verwendete Impfkultur infolge der weiteren Pflanzenpassage in ihrer Wirksamkeit noch erhöht sein und ein noch stärkeres „Übergewicht“ über die Pflanze hätte haben müssen. Wesentlich bleibt die Feststellung, daß keiner der „Passagestämme“ — bei so langer Vegetationsdauer — die Wirksamkeit des alten Sammlungsstammes erreicht oder übertroffen hat. Da die Züchtung aller Bakterienstämme einschließlich des alten auf dem jeweils gleichen Möhrenagar erfolgt ist, kann der Einwurf, daß das Nährsubstrat eine Abschwächung der „Virulenz“ der Jungstämme verursacht habe, nicht erhoben werden.

Es darf bei der Auswertung dieses letzteren Hauptversuches natürlich nicht unberücksichtigt bleiben, daß für jede Reihe nur ein Gefäß zur Verfügung stand. Die erhaltenen Befunde geben aber doch zu denken. Es wird unbedingt notwendig sein, bei der Weiterführung solcher Passageversuche auf sie Rücksicht zu nehmen.

Tabelle 15. Hauptvegetationsversuch mit Peluschken.
Vegetationszeit 14. 4.—12. 9. 1927.

Nr. des entsprechenden Versuches	Impfung mit	Durchschnittszahl der Pflanzen je Gefäß	Trockenmasse g	Mehr durch Passagen g	% N	Gesamt-N mg	N mehr durch Passagen mg
	alter Reinkultur aus Sammlung (vom Jahre 1923)	47	163,0	—	2,5618	4176	—
I ₁	Reinkultur Nr. 4 (1. Pflanzenpassage)	48	135,0	— 28,0	2,5145	3395	— 781
II ₁	Reinkultur Nr. 12 (1. Erdpassage)						
II ₂	Reinkultur Nr. 16 (2. Pflanzenpassage)						
III ₁	Reinkultur Nr. 27 (2. Erdpassage)	46	121,0	— 42,0	2,1787	2636	— 1540
III ₂	Reinkultur Nr. 31 (2. Pflanzenpassage)	47	124,0	— 39,0	2,4979	3097	— 1079
III ₃	Reinkultur Nr. 35 (3. Pflanzenpassage)	45	92,0	— 71,0	2,1834	2009	— 2167
IV ₁	Reinkultur Nr. 40 (3. Erdpassage)	46	122,0	— 41,0	2,1357	2606	— 1570
IV ₂	Reinkultur Nr. 44 (2. Pflanzenpassage)	47	139,0	— 24,0	2,4546	3412	— 764
IV ₃	Reinkultur Nr. 48 (3. Pflanzenpassage)	45	97,0	— 66,0	2,4662	2392	— 1784
IV ₄	Reinkultur Nr. 52 (4. Pflanzenpassage)	45	101,0	— 62,0	2,2473	2270	— 1906

Versuchsreihe fehlt, da Kultur verunglückt.

Hauptversuch mit *Serradella*.

Wegen Mangel an Vegetationsgefäßen im Frühjahr 1927 konnte der *Serradella*hauptversuch erst am 19. 6. und auch nur mit je drei Gefäßen für jede Serie angesetzt werden. Eine Verlängerung der Vegetationszeit der Pflanzen der jeweiligen vierten Gefäße in den Oktober hinein bzw. darüber hinaus schien nach den Erfahrungen des Vorjahres mit derselben Leguminose — das Ergebnis mit den *Peluschken* lag zur Zeit der *Serradella*aussaat ja noch nicht vor — auch nicht vorteilhaft. Die Impfung erfolgte am 27. 6., und zwar in derselben Weise wie sie bei dem *Peluschken*-Hauptversuch genauer dargelegt ist. An Stelle des Azotogens wurde auch hier die gleiche *Serradella*einkultur benutzt wie in dem Vorversuch des Jahres 1926, also ein von mir früher isolierter, zu dieser Zeit fünf Jahre lang auf Möhrenagar in der Sammlung fortgezüchteter Stamm. Die Aussaat der kleinen *Serradella*samen war verhältnismäßig dicht erfolgt, es wurde deshalb am 9. 6. ein Teil der Pflänzchen ausgezupft, um Vereinzelung zu erreichen und zwar wurden etwa 50 Pflänzchen je Gefäß stehen gelassen. Die Durchschnittszahl der geernteten Pflanzen pro Gefäß jeder Reihe ist aus der zweiten Kolumne der Tab. 16 ersichtlich. Die Ernte erfolgte am 16. 9. 27. Die Pflanzen neigten sich dem Ende der Blühperiode zu, reife Früchte waren noch bei keiner Pflanze ausgebildet. Hinsichtlich des Entwicklungsstandes der Knöllchen der einzelnen Gefäße sei auf die Aufzeichnungen in Tabelle 17 hingewiesen, die auf besondere Veranlassung von mir sofort nach dem Auswaschen durch eine Hilfsperson erfolgte, welche nicht über den Zweck dieser Untersuchungen unterrichtet und somit der subjektiven Beeinflussung in Richtung der theoretisch zu erwartenden Ergebnisse sicher enthoben war. Die Anordnung ist hier entsprechend der Tabelle 16 getroffen, die Angaben über den Entwicklungsstand sind absichtlich wörtlich wiedergegeben, um die Schwierigkeiten zu zeigen, die bei einer solchen Schätzung bestehen. Vergleicht man nämlich diese Angaben mit dem späteren Ergebnis der Knöllchenzählungen, so werden gewisse Widersprüche unschwer erkennbar. Über den Knöllchenstand der Pflanzen des Gefäßes Nr. 59 z. B. ist gesagt: mäßig viele kleine, einige größere Knöllchen; Ergebnis der Zählungen: 2729 Knöllchen an 49 Pflanzen; Gefäß Nr. 62: mäßig viele kleine, manchmal auch große Knöllchen; Knöllchenzahl: 2781 bei 46 Pflanzen. Es ist aus den Angaben der Tabelle 17

Tabelle 16.
Hauptvegetationsversuch mit Serradella.
Vegetationszeit 19. 6.—16. 9. 1927.

Nr. des ent- sprechenden Versuches	Impfung mit	Durch- schnittszahl der Pflanzen je Gefäß	Trockenmasse g	Mehr durch Passagen	% N	Gesamt-N mg	N mehr durch Passagen	Knöllchen- zahl
	alter Reinkultur aus Sammlung (vom Jahre 1922)	54	47,7 ± 3,35	—	3,3844	1614 ± 113	—	4019 ± 142
I ₁	Reinkultur Nr. 5 (1. Pflanzenpassage)	50	55,5 ± 9,52	+7,8 ± 10,09	2,4853	1380 ± 236	—234 ± 262	2538 ± 265
II ₁	Reinkultur Nr. 18 (1. Erdpassage)	48	53,6 ± 7,81	+5,9 ± 8,50	2,9086	1558 ± 227	— 56 ± 254	2983 ± 259
II ₂	Reinkultur Nr. 22 (2. Pflanzenpassage)	49	47,2 ± 1,85	—0,5 ± 3,83	3,2044	1512 ± 59	—102 ± 127	2574 ± 169
III ₁	Reinkultur Nr. 57 (2. Erdpassage)	49	50,8 ± 6,46	+3,1 ± 7,28	3,1802	1615 ± 205	+ 1 ± 234	3281 ± 608
III ₂	Reinkultur Nr. 61 (2. Pflanzenpassage)	46	55,9 ± 7,27	+8,2 ± 8,00	2,9691	1659 ± 215	+ 45 ± 243	2836 ± 158
III ₃	Reinkultur Nr. 65 (3. Pflanzenpassage)	45	51,6 ± 8,67	+3,9 ± 9,30	2,7124	1399 ± 235	—215 ± 261	2312 ± 586

Tabelle 17.

Knöllchenentwicklung im Serradella-Hauptversuch.

Gefäß Nr.	Impfung mit	Entwicklungsstand der Knöllchen zur Zeit der Ernte
54	alter Rein- kultur aus Sammlung	Viele kleine und vereinzelt größere Knöllchen.
55		Viele kleine Knöllchen.
56		Viele kleine Knöllchen und mäßig viele mittelgroße.
45	Reinkultur Nr. 5	Durchschnittlich kleine und mittelgroße Knöllchen, wenige große Knöllchen.
46		Viele kleine, mäßig viele größere Knöllchen.
47		Neben kleinen und mittelgroßen auch sehr große Knöllchen.
48	Reinkultur Nr. 18	Neben kleineren und mittelgroßen ziemlich viel große Knöllchen.
49		Neben ganz kleinen und mittelgroßen auch sehr große Knöllchen.
50		Viele kleine, vereinzelt große Knöllchen.
51	Reinkultur Nr. 22	Mäßig viele bis viele kleine Knöllchen, nur einzelne große Knöllchen.
52		Kleine, mittelgroße und größere Knöllchen.
53		Kleine und größere Knöllchen.
57	Reinkultur Nr. 57	Mäßig viele kleine, vereinzelt etwas größere und große Knöllchen.
58		Viele kleine, teilweise größere Knöllchen.
59		Mäßig viele kleine, einige größere Knöllchen.
60	Reinkultur Nr. 61	Vorwiegend kleinere, vereinzelt sehr dicke Knöllchen.
61		Vorwiegend kleine und mittelgroße, dazwischen wenige große Knöllchen.
62		Mäßig viele kleine, manchmal auch große Knöllchen.
63	Reinkultur Nr. 65	Meist kleine und ganz vereinzelt große Knöllchen.
64		Viele kleine und auch größere Knöllchen.
65		Kleine, mittelgroße und wenig große Knöllchen.

und aus den Befunden der Tabelle 16 über Trockenmasse und Knöllchenzahl jedoch ersichtlich, daß keine Beziehungen zwischen Knöllchengröße bzw. Knöllchenzahl und Pflanzenmasse in unseren Versuchen bestehen, und daß auch keine Größenzunahme der Knöllchen entsprechend der Impfung mit Bakterien mehrfacher Pflanzenpassage stattgefunden hat.

Obwohl Wunschik nur die oberirdische Pflanzenmasse in seinen Versuchen geerntet und im Hauptversuch mit Serradella etwa die gleichen Trockengewichtsmengen erhalten hat, wie ich

sie für die gesamte Pflanzenmasse erhielt, sind seine Knöllchenzahlen alle, zum Teil sogar wesentlich niedriger als die meinen. Ob diese Unterschiede auf die Verschiedenheit der Impfung zurückzuführen sind, kann nicht gesagt werden; es ist bei Wunschiks Tabelle (S. 433) besonders auffallend, wie gut die Übereinstimmungen der Knöllchenzahlen in den einzelnen Töpfen der zusammengehörigen Reihe sind. Auf die Ergebnisse der Einzelreihen meines Hauptversuches näher einzugehen, erübrigt sich, weil alle Mehr- wie Mindererträge sowohl an Trockenmasse wie an Gesamtstickstoff nicht gesichert sind, sondern innerhalb der errechneten Fehlergrenze liegen (siehe Tabelle 16).

Schluß.

Die Richtigkeit der von Hiltner als in der Pflanzenwelt bisher einzig dastehende Tatsache aufgestellten Behauptung, daß tätige Knöllchen der Pflanze Immunität gegen Bakterien von gleichem oder niedrigerem „Virulenz“-grade verleihen, als ihn die in den Knöllchen bereits enthaltenen Bakterien besitzen und daß nur Bakterien von höherer „Virulenz“ noch in die Wurzeln einzudringen vermögen, hat sich in mehrjähriger Nachprüfung nicht bestätigen lassen. Als Versuchspflanzen dienten *Lupinus mutabilis* und *Soja hispida* schwarze Varietät und braune Varietät. Die 3jährigen Feldversuche und anschließenden Vegetationsversuche, bei denen zur Impfung Bakterien-Roh- und Reinkulturen Verwendung fanden, die einerseits aus Knöllchen der oberen Hauptwurzelregionen, andererseits aus solchen der unteren Nebenwurzelregionen derselben Pflanzen gewonnen waren, haben hinsichtlich der Ertragssteigerung keine größere Wirksamkeit der Bakterien aus Knöllchen der Nebenwurzeln als der aus Hauptwurzelknöllchen erkennen lassen. Die Möglichkeit, auf diesem Wege zu Impfkulturen von höherer Wirksamkeit zu kommen, ist also nicht gegeben.

Der zweite von Hiltner vorgezeichnete Weg, zu diesem Ziel zu gelangen, ist die mehrfache Pflanzenpassage. Wunschik hat auf solche Weise eine Wirksamkeitssteigerung bei Vegetationsversuchen mit Peluschken, Wicken, Serradella und Gelblupine erhalten, seine Ergebnisse waren zweifelhaft bzw. negativ mit Blaulupine, Weiß- und Rotklee. Die Nachprüfungen der Wunschikschen Versuche mit Peluschken und Serradella haben ergeben, daß bei den Peluschken unter den von Wunschik angegebenen Bedingungen im Vorversuch bei Impfung mit Knöllchenverreibungen (verschiedener

Pflanzenpassagen) eine Steigerung der Trockengewichtsernte erreichbar war. Im Hauptversuch mit den entsprechenden Reinkulturimpfungen war bei kürzerer Vegetationsdauer ebenfalls eine höhere Ausbeute an Trockenmasse nachweisbar, der Mehrertrag lag aber innerhalb der errechneten Fehlergrenze. Weitere Versuche deuten darauf hin, daß durch Verlängerung der Vegetationsdauer bis zur völligen Reife der Pflanzen sich die Ergebnisse stärker zu Ungunsten der Hiltnerschen Theorie verschieben. Bei *Serradella* haben die Vor- und die Hauptversuche keine gesicherte Steigerung des Ertrages an Trockenmasse erbracht.

Eine gesicherte Steigerung an Gesamtstickstoff ist weder in den Vor- und Hauptversuchen mit *Peluschken* noch in denen mit *Serradella* festgestellt worden.

Eine Übersteigerung der Vegetationskraft der Knöllchenbakterien zum Nachteil der Wirtspflanze, die nach Wunschik bei *Peluschken* z. B. bereits nach der dritten Pflanzenpassage in Erscheinung treten und in der Bildung besonders großer Knöllchen bzw. Knöllchenmassen ihren Ausdruck finden soll, konnte von mir weder bei den *Peluschken*- noch den *Serradella*-versuchen beobachtet werden.

Auf Grund meiner Ergebnisse mit den beiden Leguminosen in den Hauptversuchen ist also auch die Bestätigung einer planmäßigen gesicherten Steigerung der Wirksamkeit von Knöllchenbakterien durch „Pflanzenpassage“ nicht möglich.

Schriftenverzeichnis.

1. Müller, A. und Stapp, C., Beiträge zur Biologie der Leguminosenknöllchenbakterien mit besonderer Berücksichtigung ihrer Artverschiedenheit. Arb. a. d. Biolog. Reichsanstalt f. Land- u. Forstw., **14**, 1925, 455—554.
2. Hiltner, L., Über die Ursachen, welche die Größe, Zahl, Stellung und Wirkung der Wurzelknöllchen der Leguminosen bedingen. Arb. a. d. Biolog. Abt. f. Land- u. Forstw. am Kais. Gesundheitsamt, **1**, 1900, 177—222.
3. —, Die Bindung von freiem Stickstoff durch das Zusammenwirken von Schizomyceten und von Eumyceten mit höheren Pflanzen; in Lafar, Handbuch der techn. Mykologie, **3**, 1904/06, 24—70.
4. Milovidov, P. F., Über einige neue Beobachtungen an den Lupinenknöllchen. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **68**, 1926, 333—345.
5. Viermann, H., Die Wurzelknöllchen der Lupine. Botan. Archiv, **25**, 1929, 45—86.
6. Ehrenberg, P., Neue Feststellungen über die sog. Virulenzsteigerung der Knöllchenbakterien unserer Leguminosen. Zeitschr. f. Pflanzenernährung u. Düngung, A. 5, 1925, 104—106.

7. Wunschik, H., Erhöhung der Wirksamkeit der Knöllchenerreger unserer Schmetterlingsblütler durch Passieren der Wirtspflanze. *Centralbl. f. Bakt., II. Abt.*, **64**, 1925, 395—445.
8. Hiltner, L. und Störmer, K., Neue Untersuchungen über die Wurzelknöllchen und deren Erreger. *Arb. a. d. Biolog. Abt. f. Land- u. Forstw. am Kais. Gesundheitsamt*, **3**, 1903, 151—307.
9. Nobbe, F. und Hiltner, L., Künstliche Überführung der Knöllchenbakterien von Erbsen in solche von Bohnen. *Centralbl. f. Bakt., II. Abt.*, **6**, 1900, 449—457.
10. Baldwin, I. L., Fred, E. B. and Hastings, E. G., Grouping of legumes according to biological reactions of their seed proteins. *Botanical Gazette*, **83**, 1927, 217—243.
11. Sardiña, I. R., Zur Frage der Antikörperbildung bei Pflanzen. *Angew. Botanik*, **8**, 1926, 289—303.
12. Süchting, H., Kritische Studien über die Knöllchenbakterien. *Centralbl. f. Bakt., II. Abt.*, **11**, 1904, 377—388.
13. Thornton, H. G., The influence of the number of nodule bacteria applied to the seed upon nodule formation in legumes. *Journ. Agricult. Science*, **19**, 1929, 373—381.
14. Suzuki, S., (Eine Beobachtung über fortdauerndes Wachsen von Erbsen auf demselben Boden). *Bull. Coll. of Agric. Tokio Univ. Japan*, **7**, 1908, 575—577; ref. *Jahresber. f. d. Fortsch. a. d. Geb. d. Agrikulturchem.*, **12**, 1909, 90.
15. Giöbel, G., The relation of the soil nitrogen to nodule development and fixation of nitrogen by certain legumes. *New Jersey Agr. Exp. Stat. Bull.* 436, 1926, 125 S.
16. Arrhenius, O., Kvävenäringens Betydelse för våra Kulturväxter. I. Förberedande Undersökningar. *Medd. Nr. 299 från Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet. Avdeln. f. lantbruksbotanik Nr. 39*, 1926, 27 S.
17. Fred, E. B., Whiting, A. L. and Hastings, E. G., Root nodule bacteria of Leguminosae. *Research. Bull.* 72, 1926, 43 S.
18. Helz, G. E. and Whiting, A. L., Effects of fertilizer treatment on the formation of nodules on the soybean. *Journ. American Soc. Agron.*, **20**, 1928, 975—981.
19. Stapp, C., Die Stickstoffbindung durch Bakterien. *Proceed. and Papers of the First International Congress of Soil Science*, **3**, 1927, 19 S.
20. Pfeiffer, H., Die Stickstoffsammlung und die aus ihr zu ziehenden Rückschlüsse auf die Formungsgestaltung der Knöllchenbakterien. *Centralbl. f. Bakt., II. Abt.*, **73**, 1928, 28—57.
21. Káš, V., Über die Entwicklungszyklen der Knöllchenbakterien. *Vestník čs. akadem. zemědělské*, **3**, 584—588, ref. *Centralbl. f. Bakt., II. Abt.*, **76**, 1928, 260.
22. Gibson, T., Observations on *B. radicola* Beijck. *Journ. Agric. Science*, **18**, 1928, 76—89.
23. Stapp, C., Beiträge zum Studium der Bakterientyrosinase. *Biochem. Zeitschr.*, **141**, 1923, 42—69.
24. —, Zur Frage der Lebens- und Wirksamkeitsdauer der Knöllchenbakterien. *Angew. Botanik*, **6**, 1924, 152—159.

Zur Kenntnis der Knöllchensucht.

Von

Dr. Hermann Döring.

Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Landw. Versuchs- und Forschungsanstalten Landsberg a. W. Direktor: Prof. Dr. Schander.

I. Mitteilung.

Eine Kartoffelkrankheit, die erfreulicherweise nicht allzu häufig auftritt und deren Schaden dementsprechend nicht besonders groß ist, ist die Knöllchensucht. Obwohl diese Krankheit nicht so hervortritt und ihr Name seltener zu lesen oder zu hören ist, beansprucht sie doch unser Interesse und zwar aus folgendem Grunde. Während die bei weitem größte Zahl der Kartoffelkrankheiten durch lebende Wesen, seien es Bakterien oder seien es Pilze, hervorgerufen wird, so haben wir es im Falle der Knöllchensucht aller Wahrscheinlichkeit nach nur mit einer rein physiologischen Störung zu tun. Diese Erscheinung lenkt um so mehr unsere Aufmerksamkeit auf sich, weil wir hierdurch in die Lage versetzt werden, den höchst verwickelten physiologischen Umsetzungen innerhalb der Knolle etwas näher zu kommen, wenn es gelingt, Klarheit in diese Krankheit zu bringen.

Die Knöllchensucht wird mitunter auch mit der Bezeichnung Kindelbildung benannt. Zwischen diesen beiden Namen ist aber ein scharfer Trennungsstrich zu setzen. Eine genaue Beschreibung mit vorzüglichen Abbildungen dieser beiden Krankheiten finden wir in Appels Taschenatlas (1). Die Knöllchensucht äußert sich darin, daß unmittelbar an der Mutterknolle kleine Knöllchen ansitzen, die sich an Stelle von normalen Keimen gebildet haben. Die Kindelbildung aber ist eine Mißgestaltung von Tochterknollen. Bei der Knöllchensucht haben wir es mit einer eigentümlichen Veränderung der normalen Keime zu tun. Es bilden sich hierbei keine Keime, sondern die Keimbildungsmöglichkeit ist innerhalb der Knolle derartig verändert worden, daß an ihrer Stelle mehr oder weniger große Knöllchen entstehen. Die unmittelbare Ursache dieser Umbildung ist noch nicht aufgeklärt. Es liegen aber einige Arbeiten vor, die eine große Anzahl von mittelbaren Ursachen dartun. Vöchting (2) untersucht die verschiedenartigsten Faktoren

hinsichtlich ihrer Wirkung, eine Knöllchenbildung hervorzurufen. Als Versuchsmaterial benutzte Vöchting die von französ. Züchtern stammende Sorte Marjolin, von der Vöchting ausdrücklich betont, daß sie sich für die Untersuchungen ganz hervorragend eigne. Sehr interessant ist hierbei noch die Bemerkung, daß die Eigenschaft, Knöllchen zu bilden, eine besonders starke Sorteneigentümlichkeit sei. Wenn auch die Marjolin sozusagen prädestiniert ist zur Knöllchenbildung, so sind doch die Ursachen, die diese Krankheit veranlassen, recht beachtungswert. Vöchting untersucht folgende Faktoren:

- a) Temperatur,
- b) Atmungsgröße,
- c) Wasser,
- d) Licht.

Hierbei stellte er fest, daß nur die beiden Faktoren Temperatur und Wasser auf die Keimform einen Einfluß ausüben. Ganz ähnliche Feststellungen machte Wellensiek (3). Bei seinen Untersuchungen über die Aufbewahrung von Kartoffeln gelang es ihm, sozusagen Knöllchensucht künstlich zu erzeugen. Wie bei Vöchting spielen auch hier die oben genannten Faktoren Wasser und Temperatur eine wichtige Rolle. Und zwar scheint das Wasser hierbei an erster Stelle zu stehen. So soll nach Wellensiek die Knöllchensucht bedingt sein durch ungünstige Konzentrationsverhältnisse des Knollensaftes, d. h. bei zu starker Konzentration der gelösten Stoffe tritt die Neigung, Knöllchen statt Keime zu bilden, stark hervor. So gelang es ihm durch besonders starkes Austrocknen mit Hilfe von Chlorkalzium bei einem Gewichtsverlust von 40—50 %, Kartoffeln zur Knöllchenbildung anzuregen. Im engsten Zusammenhang mit dieser Anschauung steht die Wirkung der Temperatur. So zeigen nach Wellensiek Kartoffeln, die warm aufbewahrt worden sind (9°, 13°), beim Auslegen in den kühlen Boden (3—6°) Neigung zur Knöllchensucht. Wurden aber die warm aufbewahrten Knollen, die mehrmals abgekeimt werden mußten (starker Wasserverlust dadurch), in wärmeren Boden gebracht, so entwickelten sie sich normal. Letztere Tatsache scheint uns mit der Erklärung Wellensieks, eine Erhöhung der Konzentration des Kartoffelsaftes bedingt die Umbildung der Keime zu Knöllchen, nicht völlig aufgehellt zu werden. Daß durch eine warme Aufbewahrung eine Verschiebung der Konzentration statt-

findet, ist wohl ohne weiteres anzunehmen. Wie kommt es aber, daß solche Kartoffeln in kühlen Boden gelegt Knöllchen bilden und in warmem Boden nicht? Auch nach unserer Ansicht scheint eine Konzentrationserhöhung des Saftes von gewissem Einfluß zu sein. Dadurch aber entstehen sehr wichtige Veränderungen in dem Lebensvorgang der Knolle. Und eine sicher nicht geringe Bedeutung ist hierbei der äußerst fein abgestuften Wirkungsweise der Enzyme einzuräumen. Sie sind es, die alle Prozesse maßgebend hervorrufen und beeinflussen. Ihr Wirkungsoptimum ist an eine bestimmte Wasserstoffionenkonzentration gebunden. Wenn auch der Kartoffelsaft der Puffer nicht entbehrt, so kann doch leicht eine starke Konzentrationsverschiebung von großem Einfluß sein und die Wirksamkeit eines Enzyms oder einer ganzen Gruppe gänzlich vernichten, wodurch dann derartige Umbildungen wie die von Keimen in Knöllchen bedingt werden. Ein Faktor, der von Wellensiek eingehend behandelt wird, ist noch das Licht. Normalerweise übt das Licht bei der künstlichen Erzeugung von Knöllchen einen ungünstigen Einfluß aus. Am Licht aufbewahrte Knollen zeigen also keine Neigung zur Knöllchenbildung. Allerdings führt Wellensiek hierbei auch zwei Ausnahmefälle an, wo doch eine Knöllchenbildung eintrat. Einmal wurden Knollen bis Juli im Licht aufbewahrt und das andere Mal fand die Aufbewahrung bei besonders hoher Temperatur statt ($18-20^{\circ}$) und zwar auch im Licht. Diese beiden letzten Arten von Aufbewahrung passen sich sehr gut den oben angedeuteten Anschauungen Wellensieks an, besonders die letztere, wo sicherlich durch eine starke Verdunstung eine erhebliche Konzentrationsänderung innerhalb der Knolle bewirkt wird. Zusammenfassend können wir also sagen, daß bei Vöchting wie bei Wellensiek als ausschlaggebende Faktoren mittelbar reine physikalische Größen in Frage kommen. Diese Größen lassen sich noch vereinigen auf eine einzige, nämlich auf die Konzentrationsänderung innerhalb der Knolle, hervorgerufen durch die oben angedeuteten Faktoren. Botjes (10) widerlegt die Ansicht von Wellensiek. Die Knöllchenbildung sei dadurch hervorgerufen, daß durch das wiederholte Abkeimen ein Mangel an N-Verbindungen entstände, die für die Bildung von normalen Trieben unbedingt nötig seien. Infolgedessen sei ein Überschuß von mobilen Kohlehydraten vorhanden, der sich als Knöllchenbildung auswirke. Im Verlauf von Untersuchungen, die wir zu dem Zweck ausführten, die Keimruhe der Knolle durch Chemikalien zu

beeinflussen, machten wir die Feststellung, daß durch bestimmte Verbindungen die Keimung in ganz eigentümliche Bahnen gelenkt wurde. Es entstanden nämlich keine normalen Keime, sondern an deren Stelle kleine Knollen. Wir haben es hier also mit einem Fall von Knöllchensucht zu tun.

Methodik.

Zur Methodik sei zunächst folgendes mitgeteilt. Um die Knolle mit den betreffenden Chemikalien in Berührung zu bringen, kann man verschiedene Wege einschlagen. Wir entschlossen uns folgenden Weg zu gehen, der nach unserer Ansicht eine möglichst innige Berührung des Fremdstoffes in Gestalt einer chemischen Verbindung mit der Knolle gestattete. Zu diesem Zweck werden die Knollen mit einem 10 cm langen Glasrohr mit einer lichten Weite von ungefähr 6 mm eingestochen und zwar ohne eine drehende Bewegung. Ist das Glasrohr 15 mm tief in der Kartoffel, so dreht man das Rohr scharf herum und zieht es wieder heraus, entfernt den ausgestochenen Zylinder und drückt das Rohr wieder hinein aber etwas tiefer als vorher, damit es fester sitzt. Die Einstichstelle liegt ungefähr in der Mitte zwischen Krone und Nabel. Die so vorbereiteten Knollen werden möglichst bald danach mit den Versuchslösungen gefüllt. Von der Kartoffel werden diese Lösungen im allgemeinen nur in geringem Maße aufgenommen. Bei einer Versuchsdauer von einem Monat ist es nur in verhältnismäßig seltenen Fällen nötig, die Röhrchen nachzufüllen. Als Keimbett benutzten wir ein Gemisch von gut ausgewaschenem Torfmull und Quarzsand. Dadurch wird es ermöglicht, die Knolle leicht herausnehmen zu können zwecks Beobachtung. In Gartenerde oder ähnlichem Boden sitzen die Wurzeln bedeutend fester und reißen leichter ab beim Herausnehmen der Kartoffel. Obiges Torf-Sand-Gemisch befand sich in flachen Margarinekästen. Die Röhrchenknollen werden vollkommen bedeckt in dieses Keimbett eingelegt. Die Entfernung der Kartoffeln untereinander betrug durchschnittlich 5 cm. Die Kisten standen stark verdunkelt im Keimkeller, der eine Durchschnittstemperatur von 18° hatte. Durch vorsichtiges Gießen (um kein Wasser in die Röhrchen zu bekommen) wurde das Torf-Sand-Gemisch stets ganz schwach feucht gehalten. Die Versuchsdauer betrug 30 Tage. Aus der sehr großen Zahl von geprüften Chemikalien soll vorläufig nur eine ganz bestimmte

Gruppe zur Kenntniss gebracht werden. Der Hauptvertreter dieser Reihe ist das Chinolin. Das Chinolin gehört zu der Gruppe der heterozyklischen Verbindungen. Chinolin ist eine Base und bildet mit Säuren gut kristallisierende Körper. Wir benutzten Chinolin von verschiedener Herkunft: 1. „Chinolin aus Teeröl“, 2. „Chinolin Kahlbaum“ und 3. Chinolin aus Karbolineum. Chinolin aus Teeröl ist noch ziemlich verunreinigt. Seine Farbe war dunkelbraun. Wir reinigten es folgendermaßen. Das Produkt kam in einen Scheidetrichter, wurde mit 10% Schwefelsäure angesäuert und dann mit Äther fünfmal ausgezogen. Darauf fügten wir zu der schwefelsauren Lösung Stangenkali bis zur starken alkalischen Reaktion (erhebliche Wärmeentwicklung). Die Lösung wurde dreimal ausgeäthert, der Äther mittels Natriumsulfat getrocknet und verdampft. Den Rückstand fraktionierten wir. Pyridin siedet bei 135° und Chinolin bei 237°. Die Siedepunkte liegen soweit auseinander, daß eine Trennung möglich ist.

Fraktion 1. —150°

Fraktion 2. —250°

Fraktion 3. über 250°

Das zweite Chinolin war ein besonders reines Produkt, das wir von Kahlbaum (Berlin) in einer zugeschmolzenen Flasche bezogen. Es war in der Farbe fast wasserhell und wurde unmittelbar für die Versuche benutzt.

Das dritte Chinolin gewannen wir aus dem Handelskarbolineum „Urania“. Zunächst entzieht man dem Karbolineum, das stark mit Stangenkali alkalisch gemacht wird, mittels Äther die darin löslichen Basen und Kohlenwasserstoffe. Letztere trennt man dadurch, daß man die vereinigten Ätherauszüge mittels 10% Schwefelsäure ansäuert und wiederum ausäthert. Die Basen bleiben als ätherunlösliche Sulfate in Lösung. Sind so die Kohlenwasserstoffe entfernt, dann wird die schwefelsaure Lösung mittels Stangenkali alkalisch gemacht und ausgeäthert. Wir wiederholten dies Verfahren dreimal, um möglichst ein reines Basengemisch zu erhalten. Das zuerst erhaltene Basengemisch wurde also wieder angesäuert, ausgeäthert, alkalisch gemacht und wieder ausgeäthert. Der Basenäther wird mit Na_2SO_4 getrocknet, der Äther verdampft und dann wird destilliert. Für den Versuch kamen die Basen zur Anwendung, die oberhalb von 235° überdestilliert wurden.

Ferner stellten wir uns aus dem reinen Kahlbaum Chinolin die schwefelsauren und salpetersauren Salze her. Diese sind rein

weiße, gut kristallisierende Körper, die wiederholt mit Äther ab-
gespült werden, um anhaftendes Chinolin zu entfernen. Alle Ver-
bindungen kamen in wässriger Lösung zur Anwendung. Die Stoffe,
die sich nur schwer in Wasser lösen, wurden durch anhaltendes,
kräftiges Schütteln in eine emulsionsartige, feine Verteilung gebracht.

Als es sich herausgestellt hatte, daß das Chinolin eine so
eigentümliche Wirkung auf die Keimanlage ausübte, waren wir
zunächst der Ansicht, es sei vermutlich eine reine Basenwirkung.
Durch andere Versuche zeigte es sich, daß die Wirksamkeit durch-
aus nicht so einfach zu erklären ist. Sehr nahe liegend ist die
Vermutung, daß bei dem ersten Glied dieser heterozyklischen Base
dieselbe Wirkung eintreten müßte. Das war aber ein Irrtum, denn
das Pyridin zeigte nicht die geringste Beeinflussung hinsichtlich
der Knöllchenbildung. Auch das bekannte, zu den Alkaloiden
gehörende Pyridinderivat, das Nikotin, versagte. Denselben Erfolg
hatten wir mit einem Vertreter der Indolreihe, dem giftigen, Muskel-
starrkrampf erzeugenden Brucin. Bei all diesen Verbindungen
findet sich der Stickstoff als Ringglied. Deshalb benutzten wir
auch ein reines Amin, nämlich das gegen Oxydationsmittel sehr
empfindliche Diphenylamin. Aber auch hier trat keine Wirkung
ein was die Knöllchenbildung anbelangt, dafür zeigte sich hier
eine Erscheinung, die anscheinend eng damit zusammenhängt und
auf die wir noch später zurückkommen werden. Es sei hier nur
kurz erwähnt, daß es mit einer gänzlich anders gebauten Ver-
bindung, die weder Stickstoff im Kern enthält, noch ein Amin
darstellt, sondern frei von Stickstoff ist, in einigen Fällen gelang, eine
ähnliche Wirkung wie mit Chinolin hervorzurufen und zwar mit
der Orthooxybenzoesäure, hierüber in einer späteren Mitteilung.

Als allein wirksames Mittel kommt zunächst nur das Chinolin
in Frage. Hierbei haben wir recht bemerkenswerte Beobachtungen
gemacht. Allem Anschein nach ist das reine Chinolin, das der
Formel C_9H_7N entspricht und einen Siedepunkt von 237° hat, nur
in beschränktem Maße an der Knöllchenbildung beteiligt. Bedeutend
wirksamer erwiesen sich nämlich die hochsiedenden Anteile. Sowohl
bei dem ersten wie bei dem dritten Chinolin wirkten ganz besonders
energisch die Fraktionen, die zur Hauptsache über dem Siedepunkt
des Chinolins liegen. Zwei Vermutungen sind dafür sehr nahe
liegend. Entweder hat sich das Chinolin bei der Destillation zer-
setzt oder es enthält noch Basen, deren Siedepunkt erheblich
höher liegt als der des Chinolins. Und diese Stoffe, seien es nun

Zersetzungsprodukte oder höher siedende Basen, das bleibe vorläufig dahingestellt, sind die besonders wirksamen Bestandteile.

Bei der Auswahl der Sorten haben wir hauptsächlich auf späte Kartoffeln Rücksicht genommen. Die Wirkung der Chemikalien ist abhängig von dem Alter der Kartoffel. Je früher mit den Versuchen begonnen wird, desto besser zeigt sich der Einfluß der zugeführten Verbindungen. Es ist wohl ohne weiteres einleuchtend, daß eine Kartoffel desto leichter zur Knöllchenbildung anzuregen ist, je weniger sie in ihrem Keimprozeß vorgeschritten ist. Aus diesem Grunde eignen sich auch späte Sorten besser als frühe. Hiermit soll aber durchaus nicht dargetan sein, daß sich frühe Sorten etwa widerstandsfähiger gegen die Chemikalien verhalten. Wir haben z. B. an der Sorte „Allerfrüheste Gelbe“ im Oktober eine ganz ausgezeichnete Knöllchenbildung hervorrufen können. Man kann also sagen, daß es sich empfiehlt, für derartige Untersuchungen, wenn man die Zeit von der Ernte bis zum Auslegen betrachtet, in der ersten Hälfte frühe Sorten zu nehmen und daß in der zweiten die späten Kartoffeln geeigneter sind. Die von uns benutzten Sorten sind hinten in einer kurzen Tabelle zusammengestellt (S. 259).

Erstaunlich ist es, wie sich die Knolle gegen derartige Fremdstoffe, wie Chinolin usw., verhält. Man könnte zunächst annehmen, die Kartoffel würde dieser gewaltsamen Zuführung von teilweise höchst giftigen Stoffen sofort vollkommen erliegen. Nur in einem einzigen Falle (Versuch 15) sind sämtliche Knollen verfault. Einige Ausfälle kommen in vielen Reihen vor. Worauf dies zurückzuführen ist, bedarf noch der Aufklärung. Die Einstichstelle wurde vorher mit destilliertem Wasser sorgfältig abgewaschen, so daß anhängende Spuren von Erde wohl nicht daran schuldig sind, daß ein Faulen eintritt.

Die Form und die Lage der Knöllchen ist verschiedener Art. In den weitaus häufigsten Fällen lag folgendes Bild vor. An Stelle des normalen Keimes hatte sich ein Knöllchen gebildet, das in seinem ganzen Äußeren einer normalen, aber kleinen Knolle entsprach. Das Knöllchen saß ganz dicht der Mutterknolle an. In einigen Fällen hatten sich an der Ansatzstelle kleine Wurzeln entwickelt. In geringer Zahl kamen Knöllchen vor, die einen deutlich sichtbaren Stiel hatten, der mitunter länger war, als der Durchmesser des Knöllchen. Nur in ganz seltenen Fällen fanden wir Knöllchen, die einen sehr schwach entwickelten Vegetationspunkt

hatten. Auch diese Knöllchen hatten vollkommen das Aussehen von kleinen Kartoffeln, es fehlten ihnen die kleinen Wurzelhöcker und die Lichtkeimen eigentümliche kräftige Färbung. In verschiedenen Fällen (Versuch 33 und 36) trat noch eine andere Art von Knöllchenbildung auf. Der Keim hatte sich zunächst ganz normal als Dunkelkeim entwickelt. Die kleinen Seitensprosse aber, die sich gewöhnlich zu Blättern ausbilden, waren kleine Knöllchen geworden, die im Aussehen kleinen Kartoffeln ähneln. Auf Abb. 1 rechts kann man diese Erscheinung sehen. Vermutlich sind in diesen Fällen die Chemikalien erst später zu ihrer umbildenden Wirkung gelangt. Schilderungen über derartige Knöllchenbildungen finden sich verschieden in der Literatur. De Vries (8, S. 658) berichtet von verschiedenen Arten und Formen von Knöllchenbildung an Stengeln. Appel (9) beschreibt einen Fall, wo sich an einem tauben Stock oben am Stengel Knöllchen gebildet hatten (m. Bild). Nobbe (6) hat diese Erscheinung dadurch hervorrufen können, daß er Kartoffelstengel dicht über dem Erdboden anringelte. Quanjer (7) berichtet über folgenden Fall von Knöllchenbildung an Stengeln. Durch einen Wasserstrahl wurden Stolonen freigelegt, die am Licht weiter wuchsen. Es bildeten sich an diesen Stolonen keine Knollen, sondern an den Stengeln traten Knöllchen auf. Quanjer erklärt dies dadurch, daß die Stärke im Grundgewebe sich anreicherte und die Veranlassung zur Knöllchenbildung gab. K. G. Schulz (4) berichtet ebenfalls von solchen Knöllchenbildungen. Die Knöllchen sitzen in den Blattachsen des Laubsprosses. Nach der Ansicht von Schulz muß der Stengelgrund in seiner normalen Entwicklung behindert sein. Ferner vermutet Schulz, daß der Abbau ebenfalls ein Faktor sei, der derartige Erscheinungen auslösen kann. Auch bei blattrollkranken Pflanzen hat Schulz solche Knöllchen beobachtet. Schulz stützt sich hierbei auf die Ansichten von Quanjer und Botjes, nach denen die Blattrollkrankheit durch Blattläuse hervorgerufen wird, die durch Giftstoffe das Phloem für den Ableitungsmechanismus unbrauchbar machen dadurch, daß eine Nekrose des Zellgewebes entsteht. Es können also die Assimilationsprodukte nicht normal weiter befördert werden. Eine Stauung dieser Produkte kann nach Schulz möglicherweise unter besonderen Verhältnissen auch eine Bildung von Knöllchen in den Blattachsen hervorrufen. Bei all diesen Beobachtungen von Knöllchen handelt es sich um Gebilde, die an grünen Pflanzen festgestellt wurden. Bei unseren Versuchen beobachteteu

wir diese Knöllchenbildung an jungen Keimen. Wie schon eingangs gesagt worden ist, standen unsere Versuche sehr stark verdunkelt. Alle Keime waren typische Dunkelkeime, die oft stark vergeilt waren. Die kleinen Blättchen, die sich wiederholt gebildet hatten, waren blaß und zeigten keine Spur von Chlorophyll. Wir haben also in unserm Fall eine Knöllchenbildung vor uns, die bei Pflanzen in Erscheinung getreten ist, deren normaler Assimilationsprozeß noch nicht in Tätigkeit getreten ist. Es kann somit in diesem Fall nicht mit einer krankhaften Stauung von Assimilationsprodukten als Erklärung gearbeitet werden. Vorläufig läßt sich der eigentliche, die Knöllchensucht verursachende Faktor nicht bestimmen. Andererseits können unsere und die weiter vorn angeführten Beobachtungen wichtige Fingerzeige zur Lösung dieses Problems bieten.

Was die Art und die Form der verschiedenen Knöllchen anbelangt, so kann man zwei Hauptgruppen unterscheiden:

1. Knöllchen an der Mutterknolle.

- | | |
|-----------------|--------------|
| a) Festsitzende | } Knöllchen. |
| b) Gestielte | |

2. Knöllchen am Keim bzw. Stengel außerhalb des Bodens.

Bei beiden Arten kann man noch Knöllchen mit und ohne Vegetationspunkt unterscheiden, die sich aber öfters nicht scharf trennen lassen.

Eine Zusammenstellung unserer Versuchsergebnisse findet sich am Ende der Arbeit in Form von Tabellen. Die Übersichtstabelle liefert uns ein Bild sowohl von der Wirksamkeit der verschiedenen Lösungen als auch von der Wirksamkeit dieser auf die Sorten. Wie schon weiter vorn angedeutet, zeigen die Chinolinbasen, die über 250 destillieren, den höchsten Grad von Wirksamkeit. Reines Chinolin 1% (L 7) wirkt wesentlich schwächer. Der Prozentgehalt der Chinolinlösungen ist insofern von Einfluß, als die 0,1%-Lösung von reinem Chinolin keine Knöllchenbildung hervorrief. Zwischen der 1%- und 2%-Lösung besteht kein wesentlicher Unterschied. Bei der 0,1%-Lösung (L 6) ist noch zu bemerken, daß, wie Versuch 5 zeigt, fast alle Keimspitzen braun und abgestorben waren. Es hatte sich seitlich eine neue Keimspitze gebildet, die in einigen Fällen abermals braun geworden war und am Hauptkeim hatte sich nochmals ein neuer Keim herausgebildet. Da dies Braunwerden der Keimspitzen fast ausschließlich bei Versuch 5 in Erscheinung tritt, ist es nicht ausgeschlossen, daß L 6 seine Wirkung

dadurch zur Geltung bringt. Die Größe der erzeugten Knöllchen ist sehr verschieden. Auch die kleinsten Knöllchen hatten voll und ganz das Aussehen von kleinen Kartoffeln und waren nicht etwa verdickte Keime, wie wir sie in den bunten Tafeln von Snell (5) finden. Ganz besonders große Knöllchen sehen wir auf Bild 1, die erste Kartoffel von links und die zweite von rechts. Ferner



Abb. 1. Deodara. Zeit: 21. 1. bis 20. 2. 29.
Versuch 36 L 5, 5 Knollen links. Versuch 32 L 8, 1 Knolle ganz rechts.

Bild 2 die zweite Knolle in der unteren Reihe von rechts. Das am kräftigsten entwickelte Knöllchen finden wir bei Versuch 8. Es hatte einen Durchmesser von 34 mm. Nur mit ganz verschiedenen geringen Ausnahmen hatten alle Knöllchen fast kugelförmige Gestalt, so daß wir als Größenmaß stets den Durchmesser genommen haben, und zwar in tangentialer Richtung zur Mutterknolle gemessen. Knöllchen von 25 mm Durchmesser und darüber finden wir noch bei folgenden Versuchen: 3, 11 (32 mm), 23 (30 und 20 mm an einer Knolle), 24, 36 (Nr. 3, 27 mm und Nr. 4, 29 und 25 mm). Aus den Abbildungen und den Versuchstabellen ist deutlich er-

kennbar, daß in vielen Fällen an ein und derselben Kartoffel normale Keime und Knöllchen gleichzeitig auftreten. Entweder sind die Keime, die normal gewachsen sind, bereits so weit entwickelt gewesen, daß die zugeführten Lösungen nicht mehr wirken können, oder man kann annehmen, daß die Lösungen nicht in die Sphäre des normal entwickelten Keimes gelangt sind.

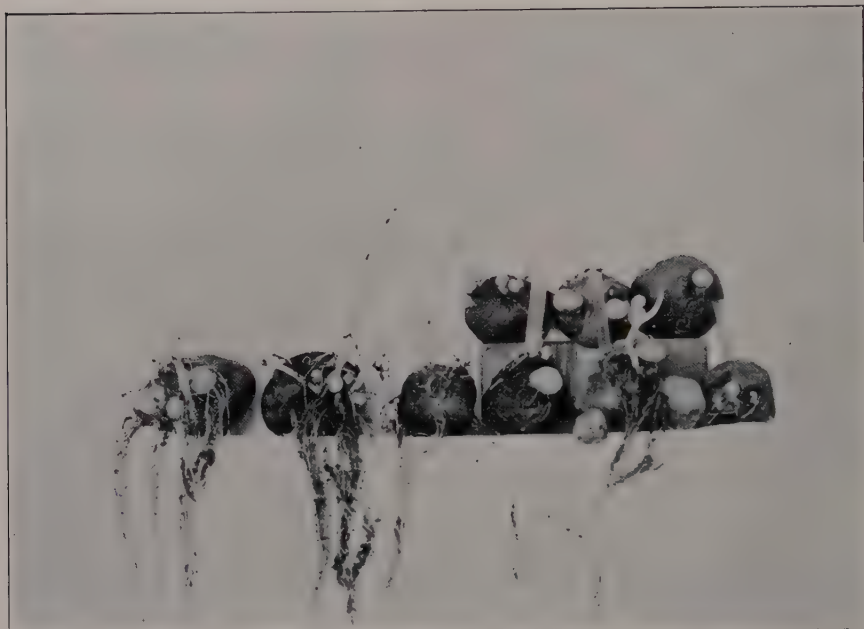


Abb. 2. Industrie. Zeit: 21. 1. bis 20. 2. 29.
Versuch 23 L 3 untere Reihe. Versuch 21 L 7 obere Reihe.

Die Kartoffelsorten erweisen sich den Lösungen gegenüber nicht gleichmäßig. Auffallend ist das Verhalten von Kaiserkrone, die bei der Zufuhr von L 3 (Chinolin aus Teeröl III. Fraktion über 250°) keine Bildung von Knöllchen erkennen ließ. Daß L 3 nicht ganz unwirksam gewesen ist, lehren die Angaben von Versuch 10. Bei einigen Kartoffeln finden wir sehr dünne Keime, sogenannte Fadenkeime. Auch sind einige Keime gegabelt, ohne daß am Hauptkeim eine Abnormität festzustellen war. Beim Versuch 10 Nr. 2 ist die Spitze eines Seitenkeims kugelig verdickt. Während in den 4 anderen Versuchsreihen gerade bei L 3 eine

besonders starke Wirkung festgestellt wurde, zeigte sich Kaiserkrone L 3 gegenüber nur sehr wenig wirksam. Ob diese Erscheinung von der Sorte oder dem Alter der Kartoffel abhängt, bedarf noch der Aufklärung. Kaiserkrone gehört zu den frühen Sorten. Die Lösung L 4 (Chinolin aus Teeröl 250°, 2%) offenbart ihre Knöllchen erzeugende Wirkung deutlich. Während L 4 aber bei Industrie und Deodara eine besonders starke Knöllchenbildung hervorgerufen hat, ist L 4 bei Silesia und Modell weniger wirksam gewesen. L 7 (Chinolin rein 1%) ist insofern erwähnenswert, als es in der ersten Reihe mit Silesia gut entwickelte Knöllchen hervorgebracht hat, während es bei einem späteren Versuch (Versuch 14) die Keimung sehr stark verhindert hat und das Faulwerden der Knollen anscheinend begünstigt hat. Bei der noch stärkeren, 2% Lösung L 8 sind sogar sämtliche Knollen faul geworden. Interessant ist das Verhalten von Industrie. Die Lösungen L 3, L 4, L 7 und L 8 haben hier besonders stark gewirkt. Es hat den Anschein, als ob Industrie sich leichter zur Knöllchenbildung beeinflussen läßt, als die anderen Sorten. Was aber bei Industrie noch mehr auffällt ist der Umstand, daß sie sich Phenylendiamin gegenüber ganz anders verhält, wie Silesia, Modell und Deodara. Hier haben wir einen Fall, wo eine ganz anders gebaute Verbindung eine Knöllchenbildung hervorgerufen hat. Es sind allerdings keine Keime zu Knöllchen umgeformt worden, wohl aber fanden sich an einem Keim zwei ziemlich große Knöllchen (7 und 4 mm) (Versuch 25). Weitere Versuche werden zeigen müssen, ob vielleicht höhere Konzentrationen — wir benutzten nur eine 0,1% Lösung — stärker wirken und auch andere Sorten zur Knöllchenbildung veranlassen können.

Äußerst interessant ist es zu beobachten, wie sich die Knöllchen weiter verhalten. Von einem Versuch, der Anfang November bonitiert worden ist, sind einige Knollen wieder eingepflanzt worden. Es zeigte sich, daß alle Knöllchen mit ganz geringen Ausnahmen mehr oder weniger kräftige Keime entwickelt hatten. Diese Keime saßen der Knöllchenansatzstelle an der Mutterknolle diametral gegenüber. Bei vielen Knöllchen hatten sich dort, wo der Keim aus dem Knöllchen herauskommt, kräftige Wurzeln entwickelt. Die Keime waren durchaus normal entwickelt und nicht etwa Fadenkeime.

Was die Versuche mit Chinolinsulfat und Nitrat (L 9, L 10) anbelangt, so kann man sagen, daß eine deutliche Knöllchen

bildende Wirkung zu verzeichnen ist. Vermutlich ist nicht sämtliches Chinolin aus den Salzen durch Äther ausgewaschen worden. Andererseits dissoziieren diese Salze und dann kommen 2 Faktoren zur Geltung, nämlich Chinolin und Schwefelsäure. So finden wir bei Versuch 6 und 7 je 2 Knollen, die überhaupt nicht gekeimt haben.

Die Versuche mit Pyridin und dem ihm chemisch verwandten Nikotin sind, wie bereits an anderer Stelle erwähnt, negativ verlaufen, wie Versuche 12, 13, 20, 26, 27, 30, 31 und 35 zeigen. Bei Versuch 26 hat es den Anschein, daß 2% Pyridin (L 15) stimulierend gewirkt hat auf Industrie. Die Keime sind durchweg alle besonders lang gewachsen. Andererseits waren sie auch verhältnismäßig dünn, trotzdem aber keine ausgesprochenen Fadenkeime.

Zusammenfassend können wir sagen, daß es uns gelungen ist, durch Chinolin, das unmittelbar der Knolle mittels Röhrchen zugeführt wurde, die Kartoffeln zur Knöllchensucht anzuregen. Weitere diesbezügliche Untersuchungen behalten wir uns vor.

Literatur.

1. Appel, Taschenatlas der Kartoffelkrankheiten, I. Teil, 1925, Tafel 25 und II. Teil, 1926, Tafel 1.
 2. Vöchting, Bot. Ztg., 60, 1902, S. 87.
 3. Wellensiek, „Die Kartoffel“, 1925, S. 200.
 4. K. G. Schulz, Pflanzenbau, 1925, S. 37.
 5. Snell, Mitt. aus der Biol. Reichsanst. für Land- und Forstwissenschaft, 1927, Heft 34.
 6. Nobbe, Österr. Landw. Wochenblatt, Nr. 40, 1876.
 7. Quanjér, Sur la fonction du tissu criblé, 1919.
 8. de Vries, Landw. Jahrbücher, 1878, S. 651.
 9. Appel, Arbeiten aus der Biol. Reichsanst., Bd. III, 1902, S. 374.
 10. Botjes, Tijdschr. Plantenziekt, 1927, 33, S. 1—13.
-

Tabelle 1.

Bezeichnung	Reaktionsmittel	Konzentration %
L 1	Chinolin aus Teeröl (Kahlbaum), Fraktion I bis 150°	1
2	" " " " " II " 250°	1
3	" " " " " III über 250°	1
4	" " " " " III " 250°	2
5	Basen aus Karbolineum „Urania“ über 235° (Hauptmenge Chinolin)	1
6	Chinolin rein DAB 6	0,1
7	" " DAB 6	1
8	" " DAB 6	2
9	" " DAB 6 Sulfat	2
10	" " DAB 6 Nitrat	2
11	Nikotin (Kahlbaum)	1
12	" (= Nikotin)	2
13	Brucein	0,1
14	Diphenylamin	0,1
15	Pyridin (Kahlbaum)	2

Tabelle 2. Übersichtstabelle.

	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9	L 10	L 11	L 12	L 13	L 14	L 15
Silesia 30. 11. 28 bis 16. 1. 29 . . .	+	+	⊕	—	—	0	+	—	+	+	—	—	—	—	—
Silesia 24. 1. 29 bis 24. 2. 29 . . .	—	—	⊕	+	—	—	0	— 0 Alle Knollen faul	—	—	0	0	0	0	0
Wohltmann 30. 11. 28. bis 16. 1. 29 . .	—	—	⊕	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Kaiserkrone 30. 11. 28 bis 16. 1. 29 . .	—	—	0	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Industrie 24. 1. 29 bis 24. 2. 29 . . .	—	—	⊕	⊕	—	—	⊕	⊕	—	—	—	—	—	+	0
Modell 24. 1. 29 bis 24. 2. 29 . . .	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	0
Deodara 24. 1. 29 bis 24. 2. 29 . . .	—	—	—	⊕	⊕	—	—	+	—	—	—	0	—	0	0

+ = Knöllchenbildung beobachtet; ⊕ = Knöllchenbildung besonders stark;
0 = Knöllchenbildung nicht beobachtet.

Tabelle 3.

Sorte	Reifezeit	Farbe des Fleisches
Deodara	mittelspät	weiß
Industrie	"	gelb
Kaiserkrone	früh	weiß
Modell	spät	"
Silesia	"	"
Wohltmann	"	weiß-gelb

Tabelle 4.

Versuchszeit: Versuch 1 bis 11 vom 30. 11. 28 bis 16. 1. 29;

" 12 " 36 " 24. 1. bis 24. 2. 29.

Alle Zahlenangaben sind in mm. — Kursivdruck: Knöllchen größer als 20 mm.

Abkürzungen: Fr. = Fraktion; K. = Keim; Kn. = Knöllchen; L. = Lösung;

W. = Wurzelbildung; kl. = klein; kr. = kräftig; n. = normal; s. = sehr;

sw. = schwach; + = Knöllchensucht vorhanden; — = keine Knöllchensucht vorhanden.

Nr. der Kartoffel	Anzahl der Keime	Längster Keim in mm	Anzahl der Knöllchen	Durchmesser der Knöllchen	Wurzelbildung	Knöllchenbildung	Bemerkungen
-------------------	------------------	---------------------	----------------------	---------------------------	---------------	------------------	-------------

1. Versuch. Silesia. L 1 Chinolin aus Teeröl Fr. 1, 1 %.

1	—	—	—	—	—	—	1 Knolle faul
2	7	—	2	20, 11	—	+	
3	4	10	—	—	—	—	
4	3	30	—	—	—	—	
5	3	8	1	2	n.	+	
6	5	—	1	7	—	+	
7	4	—	2	10, 5	—	+	

Kn. 20 sw. W. zwischen Mutterknolle und Kn.

Kn. 10 zwischen Mutterknolle und Kn. W. 60 lang.

2. Versuch. Silesia. L 2 Chinolin aus Teeröl Fr. 2, 1 %.

1	4	—	4	13	—	+	5 Knollen faul
2	5	10	—	—	—	—	
3	3	—	3	4, 4, 4	—	+	
4	9	—	2	2, 2	—	+	
5	2	—	2	15, 8	—	+	

Kn. 15 mit W.

Nr. der Kartoffel	Anzahl der Keime	Längster Keim in mm	Anzahl der Knöllchen	Durchmesser der Knöllchen	Wurzelbildung	Knöllchenbildung	Bemerkungen
-------------------	------------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	---------------	------------------	-------------

3. Versuch. Silesia. L 3 Chinolin aus Teeröl Fr. 3, 1 0/0.

1	4	—	4	17, 8, 5, 3	—	+	Kn. 17 sw. W. 55
2	3	—	3	12, 6, 5	—	+	Ku, 12 sw. W. 90
3	1	—	1	14	—	+	sw. W. 210
4	5	—	5	17, 4, 3, 3, 2	—	+	
5	1	—	1	25	—	+	sw. W. 120
6	5	21	3	14, 7, 4	—	+	K. s. dünn
7	2	—	2	9, 3	—	+	Kn. 9 Spitze sw. W. 90
8	2	180	—	—	n.	—	K. mehrfach gegabelt

4. Versuch. Silesia. L 7 Chinolin rein, 1 0/0.

1	—	—	—	—	—	—	Knolle sehr hart	3 Knollen faul
2	5	—	5	20, 12, 9, 5, 3	—	+	Kn. ohne W.	
3	3	—	3	7, 4, 2	—	+	Kn. ohne W.	
4	8	20	—	—	s. sw.	—		
5	6	—	3	6, 4, 3	—	+	Alle Kn. haben eine Vegetationsspitze	

5. Versuch. Silesia. L 6 Chinolin rein, 0,1 0/0.

1	1	55	—	—	n.	—	K.-Spitze braun, gegabelt
2	2	230	—	—	n.	—	
3	1	50	—	—	n.	—	K. dreifach gegabelt, zweimal Spitze braun
4	1	45	—	—	n.	—	
5	1	70	—	—	n.	—	
6	3	80	—	—	n.	—	2 K. gegabelt, Spitze braun
7	1	50	—	—	n.	—	K. vierfach gegabelt, Spitzen nicht braun
8	1	40	—	—	n.	—	

6. Versuch. Silesia. L 9 Chinolinsulfat, 2 0/0.

1	—	—	—	—	—	—	Knolle sehr hart	3 Knollen faul
2	3	—	1	2	—	+		
3	—	—	—	—	—	—	Knolle hart	
4	4	—	2	5, 3	—	+	Kn. 5 sw. W. 25	
5	1	—	1	2	—	+		

Nr. der Kartoffel	Anzahl der Keime	Längster Keim in mm	Anzahl der Knöllchen	Durchmesser der Knöllchen	Wurzelbildung	Knöllchenbildung	Bemerkungen
-------------------	------------------	---------------------	----------------------	---------------------------	---------------	------------------	-------------

7. Versuch. Silesia. L 10 Chinolinnitrat, 2‰.

1	2	—	2	17, 9	—	+	1 Knolle faul
2	—	—	—	—	—	—	
3	1	—	1	3	—	+	
4	2	20	—	—	s. sw.	—	
5	2	—	1	1	—	+	
6	—	—	—	—	—	—	
7	5	—	1	2	—	+	

8. Versuch. Wohltmann. L 3 Chinolin Fr. 3, 1‰.

1	4	50	2	6, 5	n.	+	Kn. 5 kl. Vegetationsspitze
2	5	30	4	9, 6, 4, 4	n.	+	
3	2	—	2	14, 18	—	+	
4	3	20	—	—	n.	—	K. s. dünn
5	3	40	1	34	n.	+	Kn. auf Stiel 15
6	2	—	2	2, 2	—	+	

9. Versuch. Wohltmann. L 7 Chinolin rein, 1‰.

1	4	12	2	5, 3	n.	+	Kn. 5 auf kurzem Stiel
2	4	15	2	8, 6	n.	+	K. dünn
3	7	17	—	—	n.	—	K. dünn
4	8	85	—	—	n.	—	K. s. dünn
5	3	7	—	—	—	—	
6	1	8	—	—	—	—	

10. Versuch. Kaiserkrone. L 3 Chinolin Fr. 3, 1‰.

1	6	90	—	—	n.	—	K. s. dünn	1 Knolle faul
2	5	60	—	—	n.	—	K. stark gegabelt, ein Seitensproß kugelig verdickt	
3	3	580	—	—	kr.	—		
4	8	27	—	—	n.	—	K. s. dünn	
5	4	—	—	—	kr.	—	K. stark gegabelt	

11. Versuch. Kaiserkrone. L 7 Chinolin rein, 1‰.

1	1	—	1	32	kr.	+		3 Knollen faul
2	1	850	—	—	kr.	—		
3	1	190	—	—	n.	—	K. s. dünn	

Nr. der Kartoffel	Anzahl der Keime	Längster Keim in mm	Anzahl der Knöllchen	Durchmesser der Knöllchen	Wurzelbildung	Knöllchenbildung	Bemerkungen
-------------------	------------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	---------------	------------------	-------------

12. Versuch. Silesia. L 11 Nikotin, 1 0/0.

1	5	40	—	—	n.	—	2 Knollen faul
2	7	60	—	—	n.	—	
3	4	35	—	—	n.	—	
4	3	—	—	—	—	—	
5	8	—	—	—	—	—	
6	6	—	—	—	—	—	

13. Versuch. Silesia. L 12 Nikotin, 2 0/0.

1	3	50	—	—	kr.	—	1 Knolle faul
2	1	120	—	—	kr.	—	
3	2	80	—	—	kr.	—	
4	3	45	—	—	kr.	—	
5	2	105	—	—	kr.	—	
6	3	60	—	—	kr.	—	
7	4	170	—	—	kr.	—	

14. Versuch. Silesia. L 7 Chinolin rein, 1 0/0.

1	1	6	—	—	—	—	6 Knollen faul
2	—	—	—	—	—	Knolle hart	

15. Versuch. Silesia. L 8 Chinolin rein, 2 0/0.

Alle Knollen faul.

16. Versuch. Silesia. L 3 Chinolin Fr. 3, 1 0/0.

1	6	20	1	10	—	+	6 Knollen faul
2	3	—	3	7, 5, 3	—	+	

17. Versuch. Silesia. L 4 Chinolin Fr. 3, 2 0/0.

1	3	—	—	—	—	—	5 Knollen faul
2	1	—	1	4	—	+	
3	6	190	—	—	sw.	—	

Nr. der Kartoffel	Anzahl der Keime	Längster Keim in mm	Anzahl der Knöllchen	Durchmesser der Knöllchen	Wurzelbildung	Knöllchenbildung	Bemerkungen
-------------------	------------------	---------------------	----------------------	---------------------------	---------------	------------------	-------------

18. Versuch. Silesia. L 13 Brucin, 0,1 %.

1	3	45	—	—	n.	—	3 Knollen faul
2	6	45	—	—	n.	—	
3	6	140	—	—	kr.	—	
4	7	280	—	—	kr.	—	
5	3	5	—	—	n.	—	

19. Versuch. Silesia. L 14 Diphenylamin, 0,1 %.

1	4	40	—	—	n.	—	3 Knollen faul
2	3	70	—	—	kr.	—	
3	2	45	—	—	sw.	—	
4	3	350	—	—	kr.	—	
5	2	200	—	—	kr.	—	

20. Versuch. Silesia. L 15 Pyridin, 2 %.

1	1	65	—	—	n.	—	4 Knollen faul
2	3	90	—	—	n.	—	
3	3	55	—	—	n.	—	
4	1	400	—	—	sw.	—	

21. Versuch. Industrie. L 7 Chinolin rein, 1 %.

1	12	—	10	8, 8, 5, 5, 5, 5	—	+	2 Knollen faul
2	3	—	3	10, 6, 5	—	+	
3	9	—	9	15, 9, 9, 9	—	+	
4	3	—	3	4, 2, 2	—	+	
5	3	25	1	4	—	+	
6	7	8	2	18, 12	—	+	

22. Versuch. Industrie. L 8 Chinolin rein, 2 %.

1	10	8	9	10, 8, 6, 6, 6	sw.	+	2 Knollen faul
2	4	—	4	2, 2, 2, 1	—	+	
3	6	—	4	5, 3, 2, 1	—	+	
4	2	—	2	10, 7	sw.	+	
5	3	—	3	3, 3, 1	—	+	
6	1	30	—	—	s. sw.	—	

Kn. 5 auf Stiel 18

Knolle zwei Drittel verfaut

Nr. der Kartoffel	Anzahl der Keime	Längster Keim in mm	Anzahl der Knöllchen	Durchmesser der Knöllchen	Wurzelbildung	Knöllchenbildung	Bemerkungen
-------------------	------------------	---------------------	----------------------	---------------------------	---------------	------------------	-------------

23. Versuch. Industrie. L 4 Chinolin Fr. 3, 2 $\frac{0}{0}$.

1	8	6	2	10, 5	—	+	
2	3	—	2	4, 3	—	+	
3	5	90	—	—	n.	—	
4	4	180	1	7	—	+	An W.-Ansatz mehrere kl. Kn.
5	7	280	3	9, 6, 5	n.	+	An W.-Ansatz 3 kl. Kn.
6	7	—	7	11, 6, 6, 5, 5, 2	—	+	Kn. 11 auf Stiel 12
7	3	—	3	6, 4, 2	—	+	Kn. 6 kl. W.
8	5	50	4	30, 20, 14, 8	n.	+	Kn. 30, 20, 14 kl. W.

24. Versuch. Industrie. L 4 Chinolin, 3. Fr., 2 $\frac{0}{0}$.

1	1	—	1	15	—	+	Kn. 15 auf Stiel 10	
2	5	20	4	20, 10, 8, 8	—	+		
3	6	—	6	15, 9, 7, 7, 6, 5	s. sw.	+		
4	5	8	1	25	—	+	Kn. 27 auf Stiel 9 m. n. W.	4 Knollen faul

25. Versuch. Industrie. L 14 Diphenylamin, 0,1 $\frac{0}{0}$.

1	6	35	—	—	sw.	—		
2	5	70	—	—	n.	—		
3	7	55	—	—	n.	—		
4	6	95	—	—	kr.	—	20 mm K. aufwärts Kn. 7, 4	
5	8	130	—	—	s. kr.	—		
6	6	60	—	—	n.	—		
7	4	55	—	—	n.	—		
8	10	55	—	—	n.	—	Alle K. s. dünn	

26. Versuch. Industrie. L 15 Pyridin, 2 $\frac{0}{0}$.

1	3	330	—	—	sw.	—		
2	1	360	—	—	n.	—		
3	2	190	—	—	n.	—		
4	7	390	—	—	n.	—		
5	7	210	—	—	n.	—		
6	6	200	—	—	n.	—		
7	4	50	—	—	kr.	—		
8	5	220	—	—	kr.	—		

Alles lange, dünne Keime

27. Versuch. Modell. L 12 Nikotin, 2 $\frac{0}{0}$.

1	4	125	—	—	kr.	—		
2	3	290	—	—	sw.	—		
3	4	360	—	—	sw.	—		

5 Knollen faul

Nr. der Kartoffel	Anzahl der Keime	Längster Keim in mm	Anzahl der Knötchen	Durchmesser der Knöllchen	Wurzelbildung	Knöllchenbildung	Bemerkungen
-------------------	------------------	---------------------	---------------------	---------------------------	---------------	------------------	-------------

28. Versuch. Modell. L 4 Chinolin, 3. Fr., 2 $\frac{0}{0}$.

1	3	400	—	—	sw.	—	K. 400 am W.-Ansatz 2 kl. Kn. 4 Knollen faul
2	5	280	—	—	sw.	—	
3	3	400	—	—	kr.	—	
4	5	360	1	2	sw.	+	

29. Versuch. Modell. L 14 Diphenylamin, 0,1 $\frac{0}{0}$.

1	6	60	—	—	n.	—	
2	5	60	—	—	n.	—	
3	4	70	—	—	n.	—	
4	5	160	—	—	kr.	—	
5	6	40	—	—	s. sw.	—	
6	4	60	—	—	kr.	—	
7	4	190	—	—	kr.	—	
8	4	40	—	—	n.	—	

30. Versuch. Modell. L 15 Pyridin, 2 $\frac{0}{0}$.

1	2	250	—	—	kr.	—	1 $\frac{1}{2}$ faul 1 Knolle faul
2	3	40	—	—	sw.	—	
3	4	200	—	—	kr.	—	
4	2	10	—	—	—	—	
5	3	105	—	—	kr.	—	
6	3	100	—	—	n.	—	
7	3	230	—	—	n.	—	

31. Versuch. Deodara. L 12 Nikotin, 2 $\frac{0}{0}$.

1	6	210	—	—	n.	—	Alle Keime dick und kräftig 1 Knolle faul
2	8	160	—	—	sw.	—	
3	2	330	—	—	kr.	—	
4	4	330	—	—	kr.	—	
5	3	200	—	—	kr.	—	
6	2	230	—	—	kr.	—	
7	1	220	—	—	kr.	—	

32. Versuch. Deodara. L 8 Chinolin rein, 2 $\frac{0}{0}$.

1	3	3	—	—	—	—	Knolle etwas angefault 20 mm Stengel aufwärts 3 Kn. 18, 12, 6 2 Knollen faul
2	2	220	—	—	n.	—	
3	6	160	1	8	n.	+	
4	1	6	—	—	sw.	—	
5	2	220	—	—	kr.	+	
6	6	180	2	10, 8	n.	+	

Nr. der Kartoffel	Anzahl der Keime	Längster Keim in mm	Anzahl der Knöllchen	Durchmesser der Knöllchen	Wurzelbildung	Knöllchenbildung	Bemerkungen
-------------------	------------------	---------------------	----------------------	---------------------------	---------------	------------------	-------------

33. Versuch. Deodara. L 4 Chinolin, 3. Fr., 2⁰/₀.

1	2	330	—	—	n.	+	20 mm K. aufwärts Kn. 8, 20 höher Kn. 4	3 Knollen faul
2	6	35	1	12	n.	+	Kn. auf Stiel 20	
3	3	410	2	6, 6	n.	+		
4	4	230	3	20, 10, 6	n.	+	Allen Kn. kl. W.	
5	3	220	2	6, 5	n.	+	Seitenspr. am langen K. alle Kn., 6 und <	

34. Versuch. Deodara. L 14 Diphenylamin, 0,1⁰/₀.

1	3	220	—	—	kr.	—		1 Knolle faul
2	4	320	—	—	s. "	—		
3	2	300	—	—	" "	—		
4	2	290	—	—	" "	—		
5	2	280	—	—	" "	—		
6	4	310	—	—	kr.	—		
7	3	170	—	—	kr.	—		

35. Versuch. Deodara. L 15 Pyridin, 2⁰/₀.

1	3	140	—	—	n.	—	
2	3	200	—	—	sw.	—	
3	3	230	—	—	n.	—	
4	5	230	—	—	"	—	
5	3	270	—	—	kr.	—	
6	4	260	—	—	n.	—	
7	5	220	—	—	"	—	
8	2	260	—	—	"	—	

36. Versuch. Deodara. L 5 Urania Basen, 1⁰/₀.

1	4	200	—	—	n.	+	K. 200 untere Seitensprosse Kn. 20, 14, 10	2 Knollen faul
2	4	30	2	11,4	"	+	Kn. haben kl. W.	
3	7	25	4	27, 15, 5, 4	—	+	Kn. 27 auf Stiel 10	
4	2	—	2	29, 25!!	n.	+		
5	3	260	—	—	"	+	K. 260 unt. Seitenspr. Kn. 11, 9; K. 250 unt. Seitenspr. Kn. 8	
6	9	20	7	15, 6, 5, 5, 4, 3	—	+	Kn. 15 auf Stiel 14, Kn. 6 auf St. 5	

Über die Resistenz der Maiswurzel gegen Magnesiumsalze.

Von

Oscar Loew, Berlin und Fritz Merkenschlager, Berlin.

(Mit 2 Abbildungen.)

Es ist bekannt, daß Magnesiumsalze für sich allein eine Giftwirkung auf alle pflanzlichen Organismen ausüben mit Ausnahme der niedersten Formen von Algen und Pilzen und daß diese Giftwirkungen, wie der eine von uns (Loew) schon vor einigen Jahrzehnten feststellte, durch Calciumsalze in gewissen Mengen völlig aufgehoben und, was zuerst Benecke betonte, durch Kaliumsalze erheblich verzögert werden können (1). Nun sind wir neuerdings auf eine bemerkenswerte Resistenz der Maiswurzel gegen allein verabreichte Magnesiumlösungen gestoßen, welche auf die Physiologie der Maispflanze ein scharfes Licht wirft. Diese Resistenz fällt so sehr aus dem Rahmen aller Erfahrungen, daß sie aller Beachtung wert ist. Der eine von uns (Merkenschlager) hat hierbei den Gedanken ausgesprochen, es könnte unter Umständen sich diese Resistenz auf die Ökologie der südamerikanischen Maisheimat zurückführen lassen, was für eine spezifisch amerikanische Konstitution („physiologischer Amerikanismus“) sprechen müßte (2). In der Tat hat auch eine andere aus dem südamerikanischen Kontinent stammende Kulturpflanze, die Kartoffel, bestimmte Beziehungen zur Magnesia. O. Linstow (3) rechnet die Kartoffel geradezu zu den Bittersalzpflanzen und die hervorragende Wirkung der schwefelsauren Kalimagnesia auf die Kartoffelpflanze („Patentkali“) ist zu bekannt, als daß wir sie hier eigens betonen müßten. Daß wir gemeinsam die beachtenswerte Erscheinung am Mais studieren konnten, erfüllt uns beide mit Freude.

Wir möchten wünschen, daß der Magnesiumversuch mit Mais an anderen Stellen recht häufig wiederholt wird und daß er so das Interesse erfährt, das er verdient. Notwendig zu dem Versuch sind nur einige wenige Salze und einige Vergleichspflänzchen zum Mais.

Die Samen von Mais, Lupine (*L. luteus*), Gerste, Sonnenblume, Gartensalat, Löwenzahn wurden in Sand vorgekeimt und dann in eine 0,1—0,5 proz. Lösung von Magnesiumsulfat oder Magnesium-

chlorid übertragen. Als normale Nährlösung und gleichzeitig als Kontrolle wird zweckmäßig die Nährlösung von O. Richter gewählt. Die Symptome, welche die aufgeführten Arten in den Magnesiumlösungen annehmen, sind in allen Fällen artspezifisch. Die Lupine reagiert z. B. in allen Fällen folgendermaßen. Die Wurzel wird gelb, dann gelbbraun, schleimig und schwammig, die Turgeszenz läßt nach, aus der Spitze treten schleimige Wölkchen



Abb. 1.

Von links nach rechts: Mais, Lupine, Sonnenblume in 0,5 % MgSO_4 .

aus. Sie verfällt, ohne Seitenwurzeln zu bilden. Die grünen Teile bleiben indessen eine Zeitlang am Leben. Die Gerstenwurzel verliert bald den Turgor und wird braun und schwammig. Bei den Kompositen (Sonnenblume und Gartensalat) werden auch die grünen Teile sehr rasch welk und sterben. Die Kompositen sind in demselben Maße hinfällig in reinen Magnesiumlösungen, wie der Mais resistent ist. Die untersuchten Kompositen lassen eine hochgradige Magnesiumempfindlichkeit erkennen. Der Mais indessen bildet selbst in 0,5 % reinem

Magnesiumsulfat bei rein weiß bleibender Wurzelfarbe noch Seitenwurzeln! In reinem Magnesiumsulfat (oder auch Magnesiumchlorid) blieb er wochenlang am Leben (30 Tage und mehr), selbst wenn 0,5 % Magnesiumsulfat angewandt wurde, während alle Vergleichspflanzen zugrunde gegangen sind. Der Mais zeigt zwar je länger, je mehr eine starke pathologische Anthozyanbildung, aber er bleibt am Leben. Wir haben den Versuch in Anbetracht der unglaublichen Resistenz des Maises sechsmal wiederholt und stets zeigte sich dasselbe Bild. Von den mit forensischer Sicherheit eintretenden Erscheinungen kann sich jedermann durch einen einfachen Versuch überzeugen. Die Unterschiede im Verhalten gegen eine Magnesiumlösung sind da, sie können nicht abgeleugnet werden. Sie können auch nicht mit der physiologisch sauren Reaktion des Magnesiumsalzes erklärt werden; denn dann müßte die säureresistente Lupine den Mais an Resistenz übertreffen. Sie müssen auf das Magnesium bezogen werden.

So unbestreitbar die verschiedengradige Resistenz der genannten Arten gegen reines Magnesiumsalz ist, so schwer ist eine kausale Erklärung für die bemerkenswerte Ungiftigkeit des Magnesiums für den Mais zu geben. Zwar wissen wir, daß der Maissame sehr reich an Magnesium und arm an Kalk ist und daß das süditalienische Volk geschmacksregulatorisch die kalkarme Maisnahrung durch den kalkreichen Käse kompensiert, aber für die Ursachen der Magnesiumresistenz der Maiswurzel ist damit keine Erklärung gegeben.

Zunächst wäre daran zu denken, daß die Wurzelepidermis des Maises wenig permeabel für Magnesium ist. Aber die Tatsache, daß der Mais zu den magnesiumreichsten Gewächsen gehört, die wir kennen, wäre damit nicht in Einklang zu bringen. In irgend einer Form muß das Magnesium „abreagiert“ werden. Wir dachten daran, daß das eingedrungene Magnesium in der Zelle schwerlösliche Magnesiumverbindungen bilden könne, die mikroskopische Untersuchung lieferte indessen hierfür keine Anhaltspunkte. Daß der Kalkstoffwechsel der Maispflanze, namentlich im Zellkern, auf irgend eine Weise gegen kalkverdrängende Verbindungen sichergestellt sein muß, geht auch daraus hervor, daß die Maispflanze sich gegen verdünnte Lösungen von Dikaliumoxalat resistenter zeigt als die Gerste. Die Gerste zeigt in 0,5 % Dikaliumoxalat schon nach 2 Tagen schwere Defekte, der Mais überlebte in unseren Versuchen sowohl in der höheren wie in der niederen Konzentration des Dikaliumoxalates die Gerste, in der niederen um 6 Tage.

Bevor uns nicht bessere Erklärungsmöglichkeiten offen stehen, müssen wir annehmen, daß wenigstens der Zellkern größeren Giftmengen entzogen bleibt, und wir stehen vor der Frage, ob es eine den Stoffaustausch dienende Kernmembran gibt. Diese Frage wurde bisher fast nur vom anatomischen Standpunkt aus betrachtet. Wir möchten hier einige physiologische Gesichtspunkte heranziehen.



Abb. 2.

Mais (linkes Paar) und Gerste (rechtes Paar) in 0,5 % MgSO_4 .

Was die Kernmembran betrifft, so ist diese von einigen Autoren als ein post mortem Gebilde infolge der Einwirkungen von Reagenzien erklärt worden, aber ihre Existenz ist schon deshalb anzunehmen, weil sonst die in die Vakuole ausgeschiedenen und dort an Konzentration zunehmende Excreta wieder in den Zellkern gelangen würden, wie z. B. bedeutende Mengen des keineswegs ganz unschädlichen Gerbstoffes. Die Kernmembran muß sogar in variierender Konsistenz angenommen werden, sonst könnte es sich nicht erklären, warum manche Gifte den Zellkern sehr leicht, bei manchen Pflanzen aber gar nicht schädigen können.

Was die angezweifelte Existenz der Kernmembran betrifft, so haben wir uns an eine pflanzenphysiologische Autorität, Herrn Geh. Rat Prof. Dr. Correns gewandt, um den gegenwärtigen Standpunkt über die Kernmembran zu erfahren. Die Antwort hierauf lautete: „Ich beeile mich Ihnen zu antworten, daß die Ansichten darüber, ob eine Kernmembran vorhanden ist oder nicht, geteilt sind, daß aber die Stimmen für eine solche die Stimmen gegen eine solche weit überwiegen. Herrn von Derschaus Ansichten, die übrigens auch von einigen anderen Forschern geteilt werden, sind durchaus nicht allgemein akzeptiert, das Gegenteil ist der Fall. Im allgemeinen nimmt man eine Membran etwa von der Beschaffenheit einer Fällungsmembran an. Wenn sie sich näher orientieren wollen, so finden sie Auskunft in der Literatur im Handbuch der Pflanzenanatomie 1. Abteilung, I. Teil, Bd. 2: Allgemeine Pflanzenkaryologie von Tischler.“

Wir erinnern an die Zellkernresistenz von *Rumex acetosa*, welche in den Zellvakuolen erhebliche Mengen von saurem Kaliumoxalat enthält. Würde dieses in den Zellkern eindringen können, so müßte derselbe in wenigen Minuten absterben, was den Tod der ganzen Zelle bald nach sich ziehen würde.

Es sei hier vor allem auf den Fadenpilz *Cephalosporium* hingewiesen, welcher in einer verdünnten Schwefelsäure von 0,5 % sehr gut gedeiht, und zwar bei Abwesenheit von absichtlich zugesetzten Nährstoffen. Dem einen von uns (Loew) schien diese Angabe so merkwürdig, daß er in einer Chemikalienhandlung sich nach dem Pilzwachstum in der vorrätig gehaltenen Zehntel normal Schwefelsäure erkundigte. In der Tat hatten sich in der Vorratskammer in einer größeren Flasche dieser $\frac{n}{10}$ Säure Pilzfäden entwickelt und in der Form von rundlichen Massen von Haselnußgröße zusammengeballt. Das auffallendste war hier, daß die minimalen Mengen flüchtiger organischer Körper wie Essigsäure und Alkohol, die ja in der Luft einer chemischen Vorratskammer leicht vorkommen können, hinreichten, den Kohlenstoff des Pilzes zu liefern; ebenso auch geringe Mengen von Salpetersäure und Ammoniak den Stickstoff für die Eiweißbildung in den Zellen. Mit dem Staube mußten beim Öffnen der Flaschen auch Teilchen von Kalium-, Magnesium- und Phosphorsäure-Verbindungen in jene Säure gelangt sein. So mußten die Pilzzellen bei der ungünstigen Umgebung sozusagen aus unendlicher Verdünnung die Substanzen

aufnehmen, welche zu ihrer Zellvermehrung absolut unentbehrlich sind. Hier bleibt nichts anderes übrig, als eine Cytoplasma-Membran von besonderer Struktur anzunehmen, welche die Spuren von Nährstoffen, aber nicht die Schwefelsäure eindringen ließ. Allerdings mag auch die Zellulosewand von besonderer Konsistenz gewesen sein. — Es ist in einer Mitteilung einmal die Beobachtung erwähnt worden, daß dieser Pilz sogar in einer 8proz. Schwefelsäure lebend bleiben konnte, aber nicht mehr fähig war, neue Zellen zu bilden.

Literatur.

1. Loew, O., Flora 1892, S. 362; ebenda Bd. 102, S. 110.
2. Merckenschlager, F., Arbeiten aus der Biol. Reichsanstalt, Bd. 17, 1929.
3. Linstow, O., Rep. spec. nov. regni veget. Beihefte, Bd. 31, 1924.

Nachschrift.

Es ist mir ein Bedürfnis, dem Direktor der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Herrn Geheimrat Appel, für das gastliche Interesse zu danken, das ich in der genannten Reichsanstalt genieße. Meine im Laboratorium für Botanik in der genannten Anstalt durchgeführten Untersuchungen erfreuten sich aller Hilfsbereitschaft und aller Unterstützung von seiten der wissenschaftlichen Laboratorien und von seiten der Bücherei dortselbst. Bei dieser Gelegenheit möchte ich auch dem Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft nochmals dafür danken, daß es mir die Möglichkeit gab, meine Studien fortzusetzen, die ich auch weiterhin mit Regierungsrat F. Merckenschlager, meinem früheren Schüler, auszuführen hoffe. Eine besondere Freude für mich ist es, daß vorstehender Beitrag zur „Resistenz der Maispflanze gegen Magnesiumsalze“ im Organ der „Vereinigung für angewandte Botanik“ erscheint, welche mich kürzlich zu ihrem Ehrenmitglied ernannt hat.

Oscar Loew.

Zur Frage über den phylogenetischen Zusammenhang zwischen zweizeiliger und vielzeiliger Gerste (*Hordeum sat. distichum* L. und *H. v. polystichum* Doll).

Von

Prof. Dr. D. Larionow.

Die im vorliegenden Aufsatz behandelte Frage nach dem Vorhandensein eines genetischen Zusammenhanges zwischen den bei uns kultivierten Gerstenarten (*Hordeum distichum* L. und *H. polystichum* Doll) bleibt, trotzdem sie seit langem diskutiert wird, dennoch im unklaren.

In diesem kurzen Aufsatz ist ein Versuch gemacht, diese Frage aufzuklären, so wie sie sich, nach einem eingehenden Studium der morphologischen Merkmale bei verschiedenen Vertretern der Gattung *Hordeum* und der ihr nahestehenden Gattung *Elymus*, darstellt.

Wie bekannt, unterscheidet sich die zweizeilige Gerstenart — *H. distichum* — von der vielzeiligen Gerstenart — *H. polystichum* — dadurch, daß die Blüten der an der zusammengesetzten Ähre dieser Art sitzenden sogenannten Seitenährchen entweder steril sind (z. B. bei *H. d. var. deficiens*) oder einen Staubbeutel enthalten — also eingeschlechtig und dabei männlichen Geschlechts sind (z. B. *H. d. var. nutans* Schübel, *H. d. spontaneum* Koch) oder schließlich als Ausnahmefall eine teratologische Form vorstellen und normal fruchtbar sind. Solche Fälle der Blütenumbildung von sterilen Seitenährchen in fruchtbare Blüten veranlaßten einige Autoren, diese als eine Erscheinung des Atavismus zu betrachten und daraus die Vermutung abzuleiten, daß die zweizeilige Gerste aus der vielzeiligen entsprungen sei¹⁾.

Der größeren Klarheit halber gestatte ich mir, die wohlbekannten Schemata des Baues der zusammengesetzten Gerstenähren vorzuführen (Abb. 1).

¹⁾ Rimpau, Die genetische Entwicklung der verschiedenen Formen unserer Saatgerste. Thiels Jahrbücher 1892. — M. Sofronow, „Bulletins des Instituts Nowo-Alexandria“. — v. Rümker, Führer durch den landwirt.-botan. Garten der Univ. Breslau. — A. Schulz, Die Abstammung der Saatgerste. Mitt. d. Naturf. Ges. zu Halle, Bd. I, 1911 u. a.

Aus diesem Schema ist zu ersehen, daß die zweizeilige Gerste sich von der vielzeiligen dadurch unterscheidet, daß die Blüten der Seitenährchen bei der ersten mehr oder weniger reduziert sind. Es sei dabei bemerkt, daß gewöhnlich gleichzeitig mit der Reduktion der Hauptteile der Blüten auch die Reduktion der Blütenspelzen und die der Grannen stattfindet.

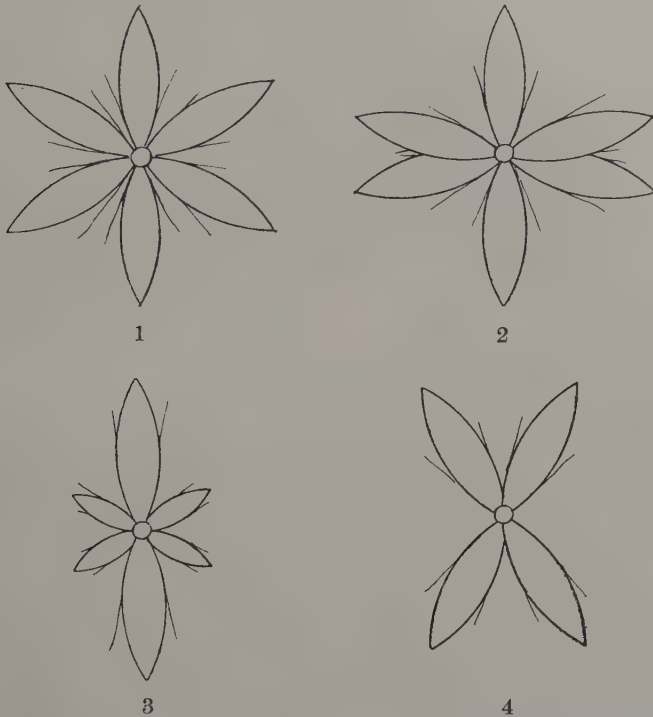


Abb. 1. Schema des Baues der Gerstenähren. 1. bei sechszeiliger Gerste, 2. bei vierzeiliger Gerste, 3. bei zweizeiliger Gerste, 4. bei *Elymus* = *Hordeum Caput Medusae*.

Trotz des großen Unterschiedes zwischen den äußersten Gliedern der Reihe

Hordeum distichum \leftrightarrow *Hordeum polystichum*

sind immerhin diese Arten durch Übergangsformen verbunden, wie z. B. durch die sogenannte Art *Hordeum intermedium* Keke., die fruchtbare Seitenährchen (wie bei *H. polystichum*) besitzt; diese erreichen jedoch nicht dieselbe Entwicklungsgröße, die wir bei den mittleren Ährchen von *H. polystichum* beobachten.

Es bedarf jedoch der Bemerkung, daß, zumal es sich um die Blütenreduktion der Seitenährchen handelt, es kaum zulässig ist, diese als atrophiert zu betrachten, wie es manche Autoren zu tun pflegen. Wenn dieser Fachausdruck auch für gewisse Varietäten (z. B. *H. d. nudideficiens*) gebraucht werden kann, so ist er in bezug auf andere Varietäten nicht zulässig, insbesondere dort, wo wir eine Reduktion treffen, die ja nichts anderes vorstellt als eine Übergangsform von einer zweigeschlechtigen Blüte zur eingeschlechtigen, männlichen Blüte. Bei der Gattung *Hordeum* L. ist eine Reduktion nur in männlichen Blüten von Blüten der an der zusammengesetzten Ähre sitzenden Seitenährchen, besonders gut bei den Vertretern von wildwachsenden Arten zu verfolgen, wie z. B. bei *Hordeum bulbosum* L., *Hordeum murinum* L. usw.¹⁾. Hier unterscheiden sich diese Ährchen nach ihrer äußeren Entwicklung, sowie nach ihrer Größe und Vorhandensein von Grannen (z. B. bei *H. murinum*) nicht von den mittleren fruchtbaren Ährchen (die sterilen sind ungrannig wie z. B. bei *H. bulbosum*), aber nichtsdestoweniger enthalten sie nur Staubfäden, d. h. sie stellen reduzierte Formen vor.

Das ist der Grund, weshalb die Ähren von *H. bulbosum*, *H. murinum* usw. ebensogut zum Typ der vielzeiligen Gersten, wie auch zu dem der zweizeiligen Gersten gerechnet werden können; alles hängt davon ab, was man als Grundlage für die Gruppierung nimmt. Steht man auf dem Standpunkt, daß die Anzahl der entwickelten Ährchen als Richtschnur genommen werden soll, so sind solche Gerstenarten vielzeilig; wenn aber bloß Reihen von fruchtbaren Ährchen in Betracht gezogen werden (wie es eben bei den kultivierten Gerstenarten der Fall ist), so werden wir solche Arten zum Typ der zweizeiligen Gerstenart rechnen müssen.

In bezug auf die Frage der Entstehung der kultivierten Gerstenarten sind zwei entgegengesetzte Ansichten zu vermerken; nach der Meinung der einen soll als Ausgangstyp für vielzeilige Gerstenarten die zweizeilige Gerste (wildwachsende Gerstenart — *H. d. spontaneum*) betrachtet werden, während die anderen von

¹⁾ Es sei bemerkt, daß wir es bei wildwachsenden Gerstenarten, wie z. B. *H. bulbosum*, *H. jubatum*, *H. murinum*, *H. maritimum* usw., eigentlich nicht mit einer zusammengesetzten Ähre zu tun haben (im strengen Sinne des Wortes), sondern eher mit einer ährchenförmigen Rispe (paniculum), deren Zweige abgekürzt sind. Dieses geht besonders scharf aus den Zweigen, auf welchen sterile Ährchen sitzen, hervor.

einer entgegengesetzten Ansicht geleitet sind und behaupten, daß die zweizeilige Gerstenart ihren Ausgangspunkt von der vielzeiligen Gerstenform genommen hat.

Der erste Grundsatz leidet an Inkonsequenz. Wenn nämlich die wildwachsende Gerste (*H. d. spontaneum*) als Stammgattung für die zweizeilige und weiter für die vielzeilige, kultivierte Gerstenart betrachtet wird, so wäre anzunehmen, daß die von jeher vorhandenen vielzeiligen Gerstenarten, nachdem die Blüten auf den Seitenährchen reduziert waren, die Bildung der zweizeiligen (wildwachsenden) Gerste beförderten und späterhin solche Blüten in vielzeiligen Gersten wiederherstellten.

Geht man von der zweiten Ansicht aus, nämlich daß im Prozesse der Artenbildung die vielzeiligen Gerstenarten den zweizeiligen vorausgingen, so stoßen wir wieder auf einen Widerspruch, da alle bekannten Vertreter der wildwachsenden Gerstenart (einige wurden bereits oben genannt) auf den Seitenährchen reduzierte Blüten besitzen.

Unseres Erachtens sollten die Artenbildungen der zweizeiligen und vielzeiligen Gersten als parallele Prozesse betrachtet werden, die aber auf verschiedenen Wegen zum Ziel gelangten. Als Ausgangsform für eine solche Artenbildung müßten irgendwelche Arten angenommen werden, die eine gewisse Ähnlichkeit mit einigen zweizeiligen Arten der Gattung *Elymus* L. haben.

Elymus L. ist eine botanische Gattung, die der Gattung *Hordeum* L. am nächsten steht, mit welcher sie bekanntlich durch eine Reihe von Übergangsformen verbunden ist, wie z. B.

Elymus Caput Medusae L. = Syn. *Hordeum Caput Medusae* Cosson.
E. europaeus L. = Syn. *H. europaeum* Alb. usw.

Folglich dürfte eine eingehende Untersuchung der morphologischen Merkmale der Arten dieser Gattung uns auf den Weg bringen, welchen wir verfolgen müssen, um den genetischen Zusammenhang zwischen zweizeiliger und vielzeiliger Gerste ins klare bringen zu können.

So wie die Gerste haben die *Elymus*-Arten nahe aneinander sitzende Ährchen, und zwar je 2—3 zusammen. Ähnlich der Gerste ist auch die untere (äußere) Hüllspelze der *Elymus*-Ährchen mit der Rückseite nach außen gewandt, während die Fläche der Vorpelze der ersten Blüte gegen die Achse der zusammengesetzten Ähre gewandt ist.

Die allgemeine Charakteristik der Gattung *Elymus* ist nach Prof. J. Schmalhausen¹⁾ folgende:

„Ährchen lanzettlich, 2—6-blütig. Blüten zu je 2—6 auf dem Vorsprunge der Ähre mit einem endständigen Ährchen sitzend. Der Ährchenstiel ist über der Hüllspelze brüchig. Die Hüllspelzen sind derb, englinealisch, mit 1—3 Nerven, spitzig oder borstenartig und bleiben auf der Achse der Ähre“ (wie bei kultivierter Gerste. D. L.).

„Die Deckspelzen sind länglich oder lanzettlich, ohne Kiel, mit 5 gespitzten (oder begrannnten D. L.) Nerven. Die Karyopse ist länglich, gefurcht, mit der Vorspelze (lodicula) verwachsen, am oberen Ende flaumig.“

Wie aus dieser Beschreibung zu ersehen ist, sitzen bei den Arten der Gattung *Elymus* die einzelnen Ährchen auf der zusammengesetzten Ähre gruppenweis zu je 2—3 Ährchen zusammen und sogar bis 6 (*Elymus giganteus* Vahl.). Von unserem Standpunkte interessieren uns bloß botanische Gattungen, bei welchen die Ährchen gruppenweis zu je 2 oder 3 zusammensitzen. Jedes Ährchen der *Elymus*-Arten hat je zwei Hüllspelzen.

Unter *Elymus*-Arten sind auch solche zu finden, die stets je 2 Ährchen in einer Gruppe, z. B. *E. Paboanus* Claus, *E. cardianus* Walt. und andere, und solche, die je 3 Ährchen in einer Gruppe besitzen, oder schließlich solche, wie z. B. *E. arenarius* L., *E. glaucifolia* Mhllry., bei denen die Anzahl der Ährchen in einer Gruppe verschieden ist, und zwar kommen bei ihnen je 2 Ährchen an der Basis und am oberen Ende, je 3 Ährchen im mittleren Teile der Ähre vor. Die Anzahl der Blüten in den Ährchen ist ebenfalls verschieden, z. B. je zwei Blüten bei *E. europaeus* L., und je 3 bei *E. arenarius*, wobei diese Anzahl bei einigen Arten bis zu 6 steigt.

Außerdem werden bei Gräsern dieser Gattung (*E. arenarius*) die oberen Blüten in den Ährchen zu männlichen Blüten reduziert. Diese Neigung der Ährchen der *Elymus*-Arten zur Reduktion der oberen Blüten hat für uns einen besonderen Wert; davon wird die Rede weiter unten sein, wenn wir dazu kommen, die Reduktion dieser Blüten mit der Reduktion der Seitenährchen bei der Gerste zu vergleichen.

¹⁾ Prof. J. Schmalhausen: „Flora des mittleren und südlichen Teils von Rußland, sowie der Krim und des Kaukasus“. Kiew 1897, Bd. II (in russischer Sprache.)

Die Neigung der Ährchen von *Elymus* zur Reduktion der Blüten und die Verminderung derselben bis zu zwei Blüten gibt uns die Möglichkeit, zu vermuten, daß wir bei weiter vor sich gehender Reduktion einblütige Ährchen, die in Gruppen bald zu zwei, bald zu drei zusammensitzen, erhalten werden. Also bei fortgesetzter Reduktion der zweijährigen *Elymus*-Art, gelangen wir, als zur extremen Übergangsform, zur bekannten Art *Elymus Caput Medusae* — *Hordeum Caput Medusae* oder zu *E. propinquus* Fres. usw., bei welchen, wie überhaupt bei *Elymus*-Arten, ebenso wie bei unseren Kulturgersten, die Ährchenachse nicht brüchig ist, sondern bei welchen, ähnlich wie bei gewöhnlichen Kulturgersten (die nackte Art ausgeschlossen), die Karyopien abfallen, umkreist von an diese angewachsenen Blütenspelzen, wodurch sie eine Scheinfrucht vorstellen.

Ähnlich wie bei Kulturgersten sind auf den abfallenden Scheinfrüchten bei *Elymus Caput Medusae* sowie bei anderen erwähnten *Elymus*-Arten, ebenfalls Basalbörstchen (*seta basalis*) vorhanden.

Geht man von dem *Elymus*-Typ aus, dessen Ähre Gruppen von drei Ährchen besitzt, so ist es nicht schwer, auf dieselbe Weise wie für den Typ von *Elymus Caput Medusae*, von drei ährchentragenden Gruppen der *Elymus*-Arten zu Kulturgersten überzugehen.

Werden Blüten des dreijährigen Typs bis zu einer Blüte in jedem Ährchen reduziert, wobei sie fruchtbar bleiben, so werden unsere vielzeiligen Gerstenarten erhalten. Wenn aber auf beiden Seitenährchen die Reduktion der Blüten Hand in Hand mit der Verringerung derselben bis zu einer Blüte geht, wobei sie in eingeschlechtige Blüten verwandelt werden und die mittleren Ährchen einblütig bleiben und dabei fruchtbar sind, so erhalten wir den Typ der zweizeiligen Gerstenarten, die sich in sukzessiver Reihenfolge aufstellen lassen, z. B. *H. murinum*, *H. bulbosum*, *H. d. spontaneum*¹⁾.

Daß in den Ährchen einiger *Elymus*-Arten, wie wir bereits erwähnt haben, die oberen Blüten bloß männlichen Geschlechts sind, erleichtert es uns, den Gang der Reduktion zu begreifen, durch die Seitenährchen der zweizeiligen Gerste, die einblütig sind und bloß männliche Blüten enthalten, gebildet werden. Folglich

¹⁾ Es sei dabei erwähnt, daß in den Fällen, in denen in zweizeiligen Gerstenarten zwischen den Reihen von reduzierten Blüten sich fruchtbare Blüten entwickeln, die normal entwickelt zu sein scheinen, wobei die Deckspelze begrannt ist.

ist es nicht notwendig, die Frage nach der Entstehung der zweizeiligen Gerste aus der vielzeiligen (oder umgekehrt) einer speziellen Beurteilung zu unterziehen.

Pflanzen, die zu dem Typ gehören, bei welchem die Gruppierung der Ährchen gleich der zweijähriger *Elymus*-Arten vor sich geht, haben bei ihrer Entwicklung *Elymus Caput Medusae* ergeben, während Pflanzen, die zum Typ gehören, bei welchem die Ährchen zu je drei gruppiert sind, haben den Anfang unserer Gerstenarten ergeben und stellen deren Vorbild dar. Je nach dem Gange der Reduktion haben sich schließlich zweizeilige sowie vielzeilige Gerstenarten entwickelt.

Wir stellen uns den beschriebenen Prozeß der Ährchenbildung als parallel gegangen vor und folglich sollte ähnlich *Hordeum distichum spontaneum*, eine wilde vielzeilige Gerstenart gefunden werden. Es sei dabei bemerkt, daß unseres Erachtens die wilde vielzeilige Gerste nicht eine brüchige Ährenachse, wie sie die zweizeilige wildwachsende Gerste besitzt, haben soll¹⁾. Diese Behauptung ist darauf begründet, daß bei *Elymus Caput Medusae*, einem Homolog in der Artenbildung der zweizeiligen Gerste, wie überhaupt bei den Vertretern der Gattung *Elymus*, dieses Merkmal nicht vorhanden ist, sondern durch leichtes Abfallen einzelner Scheinfrüchte aus den Ährenspelzen ersetzt wird.

Um alles obenerwähnte klar zu veranschaulichen, führen wir folgendes Schema an (Abb. 2).

Aus diesem Schema ist der sukzessive Gang der Artenbildung zu ersehen, nämlich, wie aus viele ährchentragenden *Elymus*-artigen Grasarten über zwei oder drei Ährchengruppierungen einerseits die Art *Elymus Caput Medusae* und andererseits unsere Kulturgerstenarten gebildet werden. Auch ist es aus diesem Schema ersichtlich, daß *E. Caput Medusae* (und folglich auch *E. europaeum*)²⁾ durchaus keine primäre Arten vorstellen und in ihrer

¹⁾ Unter den Vertretern der Gattung *Hordeum*, speziell bei *Hordeum secalinum* oder *Hordeum maritimum*, haben wir eine Übergangsform zu einer nicht-brüchigen Ähre, da bei solchen der obere Teil der Ähre, der seiner Struktur nach den Gerstenarten ähnlich und brüchig ist, während der untere, der Struktur nach größere Teil, der an *Elymus*-Arten erinnert, nicht brüchig ist.

²⁾ Es ist dabei von großem Interesse, hervorzuheben, daß die Art *Elymus europaeum* noch eine interessante Eigenschaft besitzt, und zwar, daß die Hüllspelzen ihrer paarweise genäherten Ährchen in jedem Ährchen an der Basis verwachsen sind. Danach ließe sich vermuten, daß bei einigen Arten eine volle Verwachsung der Hüllspelzen in ihrer ganzen Länge möglich sei, was wir

Entwicklung homolog unseren Kulturgersten sind. Das ist der grundlegende Gedanke, von dem aus wir weder *Elymus Caput Medusae*, noch *Hordeum Caput Medusae* für eine passende Benennung halten. Die Namen passen deswegen nicht, weil diese Pflanzenart sowie die der Struktur nach ihr ähnlichen *Elymus*-Arten nach dem Bau ihrer Ährchen zu weit von den typischen Vertretern der derzeitigen Gattung *Elymus* abweichen und weil die Einreihung dieser Art in die Gattung *Hordeum* wegen des Unter-

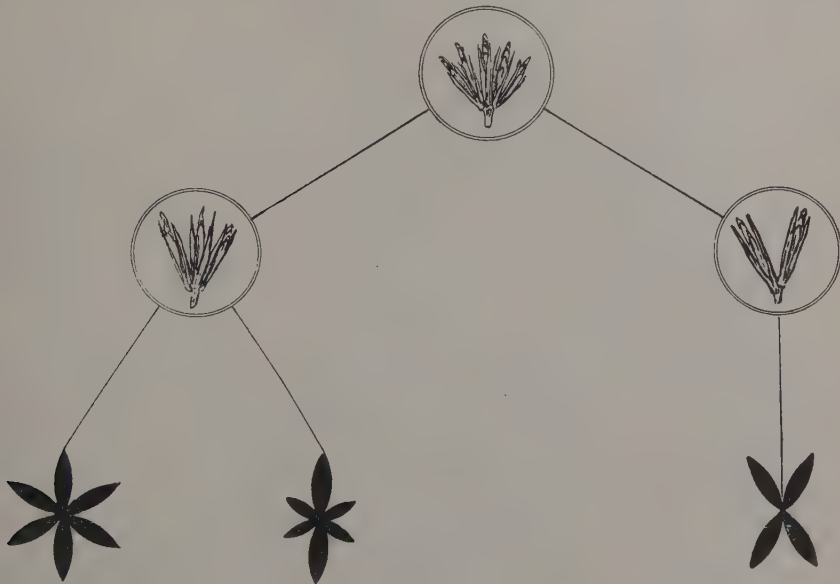


Abb. 2. Schema des phylogenetischen Zusammenhanges zwischen *Hordeum*- und *Elymus*-Arten.

schieds der zusammengesetzten Achse und einer anderen genetischen Entwicklung kaum gerechtfertigt werden kann.

Es soll dabei unter anderem bemerkt werden, daß aus dem Gange der Entwicklung des Basalbörstchens bei der Gattung *Elymus*

tatsächlich bei der Gattung *Lolium* beobachten. Außer einer Reduktion und sogar einer vollen Atrophie der Seitenährchen (wenn man von dem Drilling-Typ ausgeht) gehen wir über die Gattung *Catapodium* L. zur Verwachsung der Hüllspelzen über, wobei eben das erhalten wird, was sich bei der Gattung *Lolium* beobachten läßt. Die Gattung *Catapodium* hat der Struktur nach ein ähnliches Ährchen wie *Elymus* (zwei Hüllspelzen, ein vielblütiges Ährchen), aber an der Stelle, wo die Ährchen befestigt sind, enthält sie bloß je ein Ährchen, welches der Länge nach dem mittleren Ährchen bei *Elymus* entspricht.

die Frage über die Entstehung des Basalbörstchens (seta basalis) bei den Gerstenarten sehr einfach sich lösen läßt.

Über die Entstehung des Basalbörstchens stellt Prof. Wittmack¹⁾ den Satz auf, daß die seta basalis der Gersten einen reduzierten Teil der Ährchenachse vorstellt, die in Scheinfrüchten vieler Arten das sogenannte Stielchen (pediculus) bildet. Dieser Satz bedarf jedoch einer Ergänzung und zwar, daß das Basalbörstchen der *Hordeum*-Arten außer einem reduzierten pediculus auch noch eine atrophiierte Blüte enthält.



Abb. 3. Struktur des Basalbörstchens bei einer dreizähligen Gerstenart (*H. var. trifurcatum*).

Dies kann leicht verfolgt werden: 1. Bei der Untersuchung des Basalbörstchens der Gersten im frischen Zustande (wir haben die seta basalis während des Reifwerdens der Karyopsis, zur Zeit frühzeitiger Milchreife, beobachtet) und zwar von der Seite, die der Vorspelze zugewandt ist, ist es leicht, zu sehen, daß das Basalbörstchen aus zwei Teilen besteht, nämlich aus einem unteren gebogenen Teile, welcher längs der breiten Seite leicht behaart ist und nur längs den Rippen etwas mehr mit Haaren bewachsen ist, und einem oberen schmal-konischen Teil, der gewöhnlich stark mit langen Haaren bedeckt ist. Zwischen diesen zwei Teilen gelingt

¹⁾ Prof. L. Wittmack, Landwirtschaftliche Samenkunde, Berlin, 1922.

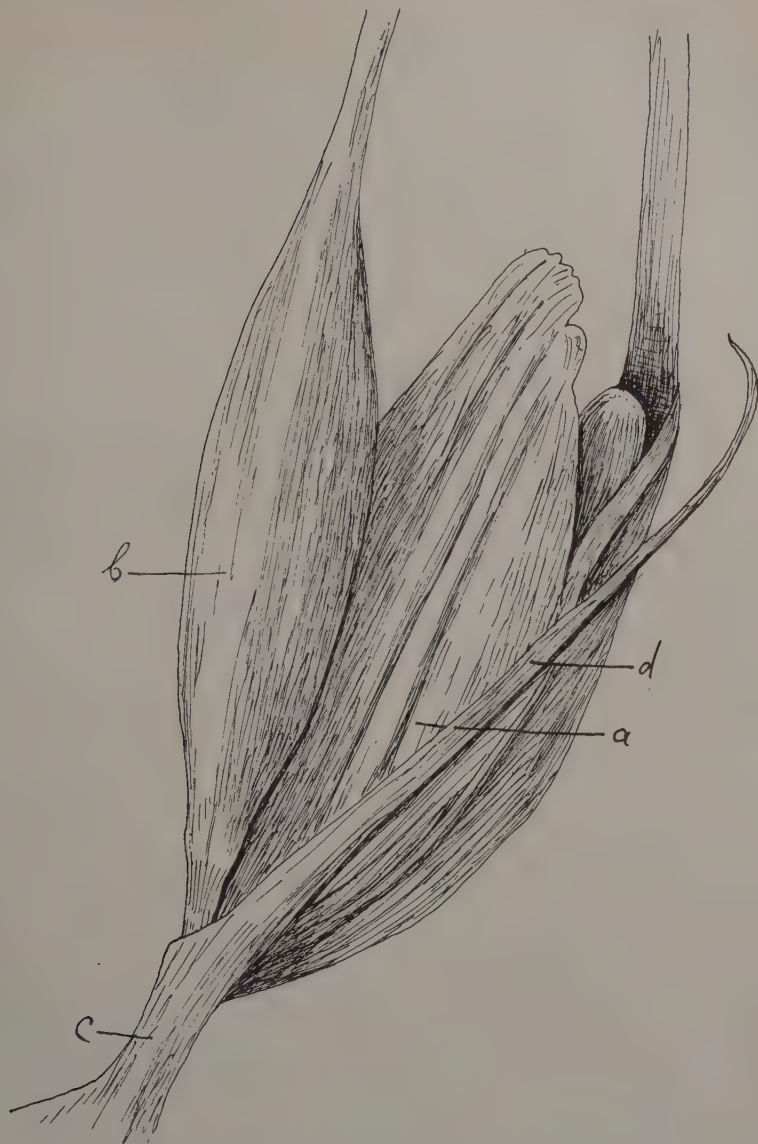


Abb. 4. Anfängliche Verzweigung auf dem Seitenährchen bei hybrids *tetrastichum* II (nach Weidemann).

a) Seitenährchen; b) Blüte der zweiten Schicht¹⁾, die aus dem Basalbörstchen entstanden ist; c) Blütenstiel; Hüllspelze.

¹⁾ Hier möchten wir eine Korrektur in die von Weidemann dargestellte Figur einsetzen, indem wir in der Figur durch b nicht das Ährchen der zweiten Schicht, sondern die Blüte der zweiten Schicht, wie es auch tatsächlich ist, bezeichnen.

es sogar (bei Benutzung einer stark vergrößernden Lupe) den reduzierten Knotenteil, — die Stelle der Befestigung der Blüte am Pediculus, — zu sehen. 2. Bei Beobachtung der Fälle¹⁾ einer „Verzweigung“ der Gerstenähren während der Blütenbildung in der zweiten Ährenschicht läßt sich feststellen, daß das Basalbörstchen in die zweite Blüte übergeht (siehe Aufsatz von M. Weidemann)²⁾.

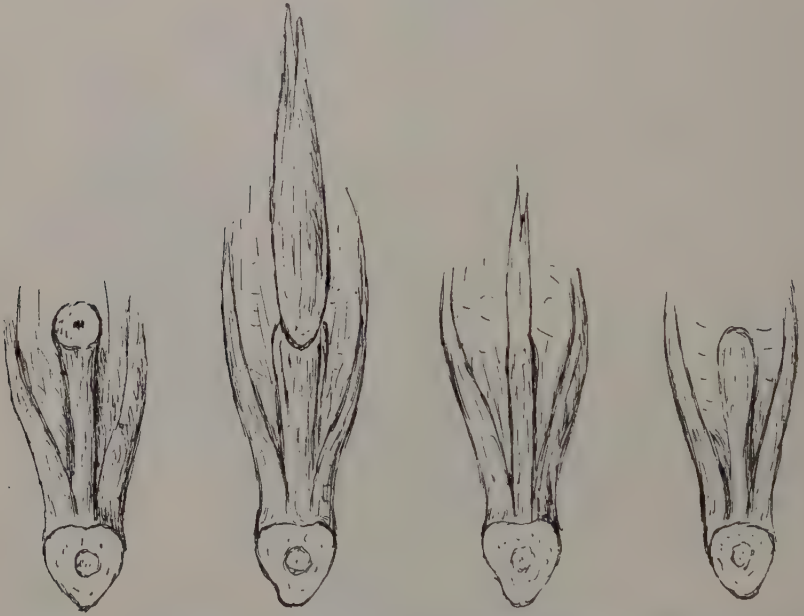


Abb. 5. Umwandlung des Pediculus in ein Basalbörstchen (seta basalis) bei *E. crinitus*.

Zur Demonstrierung läßt sich jedoch die Bildung der seta basalis am bequemsten auf Ährchen von *Elymus Caput Medusae* oder auf *E. crinitus* verfolgen. In einzelnen Ährchen dieser Arten sind je eine oder je zwei Blüten zu treffen. Im letzten Falle können zwei Varianten dieser Erscheinung vorkommen: entweder sind im Ährchen beide Blüten unfruchtbar oder die niedrigere Blüte

¹⁾ In solchen Fällen wird gewöhnlich in einblütigen Gerstenährchen nicht etwa eine „Verzweigung“ der Achse beobachtet, sondern bloß eine Bildung von vielblütigen Ährchen.

²⁾ M. G. Weidemann, Zur Genetik und Morphologie der Gerste. Vol. XVII, fasc. 2, 1927. Bulletin of Applied Botany and Plant Breeding (russisch).

ist fruchtbar, während die obere reduziert ist. Diese Reduktion kann stärker oder schwächer ausgedrückt sein und entsprechend wird im ersten Falle das Basalbörstchen (seta basalis) gebildet, im zweiten entweder ein Stielchen (Pediculus), oder eine Übergangsform zur seta basalis erhalten.

Zum Schluß dieses kurzen Aufsatzes möchte ich betonen, daß ich diese Arbeit nur als einen der Wege betrachte, der zu beschreiten ist, um die Frage über die Entstehung von verschiedenen Gerstenarten und über den Zusammenhang zwischen der zweizeiligen und der vielzeiligen Gerste zu klären.

Landwirtsch. Inst. f. Pflanzenzucht u. Samenkunde zu Maslovka, Post Kosin,
Gouvern. Kiew USSR.

Biokatalyse und Reaktionsempfindlichkeit bei niederen und höheren Pflanzen.

Von

Hermann Bortels.

Inhalt.

	Seite
I. Allgemeines	285
II. Die „Kalkfeindlichkeit“ der Pilze	289
III. Die „Kalkbedürftigkeit“ des <i>Azotobacter chroococcum</i>	297
IV. Die Reaktionsempfindlichkeit höherer Pflanzen, insbesondere die „Kalkbedürftigkeit“ einiger Getreidearten	306
V. Schlußbetrachtung	328
VI. Kurze Zusammenfassung	329

I. Allgemeines.

Die Frage nach der Wirkung der Bodenreaktion auf das Pflanzenwachstum beschäftigt seit langer Zeit eine große Zahl von Biologen. Man weiß jetzt zwar, daß die „Kalkbedürftigkeit“ oder „Kalkfeindlichkeit“ einer Pflanze zumeist auf einer Vorliebe für alkalische bzw. saure Reaktion des Bodens beruht, aber man weiß heute immer noch nicht genau, wie diese Wirkung der Bodenreaktion auf das Pflanzenwachstum zu erklären ist.

Verschiedentlich sind Versuche gemacht worden, diese Frage allgemein zu beantworten, d. h. einen Faktor für alle Schäden, die durch ungünstige Reaktion bei den verschiedensten Pflanzen hervorgerufen werden, verantwortlich zu machen. Trénel (1) meint z. B. — um nur einige von diesen Hypothesen herauszugreifen — daß die höhere Pflanze im sauren Boden dadurch geschädigt würde, daß die Wurzeln im Kampf um die gelösten Nährstoffe mit den stark adsorbierenden Bodenkolloiden unterliegen, und Mevius (2, 3, 4, 5) schreibt die Schuld für die Reaktionsschäden einer Störung der selektiven Permeabilität zu. Diese angenommenen Ursachen können kaum allgemeine Gültigkeit besitzen. Mögen nun die aufgeführten Faktoren mit eine Rolle spielen oder nicht — es läßt sich z. B. gegen die Hypothese Trénels sehr viel einwenden — niemals wird man ihnen allein und generell die Wirkung auf die Pflanzen zusprechen können. Dieser Ansicht sind auch Boas und Merckenschlager (6), denn sie sagen: „Es wird der Pflanzengeographie nicht leicht sein, eine generelle Erklärung für die Kalkempfindlichkeit zu finden“. Aber auch Boas und Merckenschlager gingen anfänglich in ihrer Auffassung von der Vielheit der Ursachen noch nicht weit genug, wenn sie für die „Kalkfeindlichkeit“ von *Lupinus luteus* nur einen Faktor, das Kalzium, verantwortlich machten. Denn wenn es auch möglich ist, daß im Hinblick auf eine einzelne Pflanzenart in dem wirksamen Komplex „Kalkbedürftigkeit“ oder „Kalkfeindlichkeit“ ein Faktor über alle anderen etwa noch beigeordneten Faktoren hinsichtlich seiner Wirkungsintensität dominiert, so wird man doch diese anderen Faktoren nicht vernachlässigen dürfen. Später konnte dann auch Merckenschlager (7) zeigen, daß die Kalkchlorose der gelben Lupine nicht allein durch das Kalzium, sondern auch durch die Reaktion verursacht wird. Die Reaktionsempfindlichkeit der Pflanzen ist also eine durchaus komplexe Erscheinung, sowohl im Hinblick auf die verschiedenen Pflanzenarten als auch hinsichtlich der Ursachen, die dabei auf ein Individuum einwirken.

Es dürfte wohl schon jetzt als sicher gelten, daß die H- und OH-Ionen wenigstens nicht immer und nicht allein als unmittelbar auf die Pflanzenzelle wirkend in Frage kommen. Viel wichtiger scheint die mittelbare Wirkung dieser Ionen zu sein, indem sie andere Elemente lösen oder ausfällen, die im Boden in wechselnden, meist geringen Mengen vorkommen und auch von den Pflanzen in verschiedenem Grade gespeichert werden. Sie entfalten ihre

optimale biologische Wirkung in kleinsten Mengen und sind in stärkeren Dosen sehr giftig. Solche Elemente mit großem Wirkungsfaktor werden zumeist als „Stimulantien“ bezeichnet, ein Ausdruck, der in sehr vielen Fällen sicher nicht angebracht ist. Bei einer näheren Prüfung würde man wahrscheinlich feststellen, daß auch diese „Stimulantien“ zum normalen Gedeihen der Pflanze unerläßlich sind. Trotzdem schlage ich vor, wegen der geringen Mengen, die die Pflanze von diesen Elementen benötigt, sie von den anderen notwendigen Elementen aus praktischen Gründen zu trennen. Für diese hochwirksamen Elemente erscheint mir die Bezeichnung „Biokatalysatoren“ richtiger als „Stimulantien“. Ein Biokatalysator wäre also ein für die lebende Zelle unentbehrliches Element mit enorm großem Wirkungsfaktor. Eine scharfe Trennung zwischen den Biokatalysatoren und den übrigen notwendigen Elementen ist aber nicht möglich.

Es ist klar, daß die alte Auffassung, es seien nur die bekannten zehn Elemente zum Wachstum der Pflanzen notwendig, nicht mehr als richtig gelten kann. Ich erinnere da nur an die Tatsache, daß gewisse Pflanzen den Geologen das Vorkommen bestimmter Mineralien, chemischer Bodentypen und seltener Elemente anzeigen (8), außerdem daran, daß die Kultur von Bodenmikroben auf künstlichen Substraten oft mißlingt, und weiterhin daran, daß die Kartoffel ohne Bor die Blattrollkrankheit zeigt (9). Ferner hat Mevius (10) die Notwendigkeit des Bors für Esparsette festgestellt und Sommer (11, 12, 13, 14) die des Zinks und Bors für verschiedene Pflanzen. McHargue (15) fand, daß durch Kalkung hervorgerufene Chlorose auf einer mangelhaften Versorgung der Pflanze mit Mangan beruht. Das wurde von Gilbert, McLean und Hardin bestätigt (16, 17, 18). Man kann deshalb heute schon die Vermutung aussprechen, daß vielleicht sämtliche Elemente für irgend einen spezifischen biologischen Prozeß notwendig sind.

Die Zusammenhänge zwischen diesem physiologischen Gebiet der Biokatalyse und der Reaktionsempfindlichkeit der Pflanzen liegen klar auf der Hand. Es gibt Böden, die sehr arm an solchen Biokatalysatoren — meist Schwermetallen — sind. Die meisten enthalten nur wenig davon und einige sind auch verhältnismäßig reich an diesen Elementen. Pflanzen, die auf Böden wachsen, die nur wenig oder gar nichts von biokatalytisch wirkenden Elementen enthalten, kränkeln meistens in irgendeiner Weise. Einige werden z. B. chlorotisch, wenn es an genügenden Mengen Mangan fehlt.

Wahrscheinlich ist auch die Dörrfleckkrankheit des Hafers hierher zu rechnen, die durch Zufuhr geringer Manganmengen geheilt werden kann. Ferner gehört auch wohl hierher die „Urbarmachungskrankheit“ des Getreides auf gewissen anmoorigen Böden, die durch Zufuhr geringer Mengen Kupfer beseitigt werden kann. Diese Krankheitserscheinungen werden natürlich noch verstärkt, wenn die an sich schon im Minimum vorhandenen Elemente durch Kalkung auch noch ausgefällt werden. Sind diese Böden sauer, so werden „kalkliebende“ Arten auf ihnen doch nicht „säurekrank“ und umgekehrt können „säureliebende“ auf ihnen „alkalischkrank“ werden. Auf Böden mit geringem, aber für „kalkliebende“ Kulturpflanzen optimalem Gehalt an Biokatalysatoren treten keine Krankheitserscheinungen auf, vorausgesetzt, daß sich der Boden in gutem Kalkzustand befindet. Andererseits vermögen hier „säureliebende“ Pflanzen nicht zu gedeihen, wenn der Boden nicht sauer ist. Die dritte Bodengruppe, zu der z. B. der aus Gletscherschutt (Urgestein!) bestehende Sandboden der norddeutschen Tiefebene gehört, ist sehr reich an Schwermetallen und darum besonders geeignet für „kalkfeindliche“ Gewächse, zumal er sehr oft schwach bis stark sauer ist. So lange dieser Boden neutral bis alkalisch reagiert, können „kalkholde“ und vielfach auch „kalkfeindliche“ Pflanzen auf ihm gedeihen. Trotzdem werden einige von den „kalkholden“ zuweilen schon etwas geschädigt. Reagiert er aber sauer, dann werden auf ihm nicht ausgesprochen „säureliebende“ Arten sehr stark geschädigt.

Wir sehen also, daß die verschiedene Reaktionsempfindlichkeit und der verschiedene Bedarf an Biokatalysatoren bei den Pflanzen eng miteinander verknüpft sind. Dabei muß natürlich von extremen p_h -Werten immer abgesehen werden. Daß die H-Ionen gar nicht die unmittelbare Rolle spielen, wie man bisher vielfach angenommen hat, geht schon daraus hervor, daß die p_h -Grenzen für Wachstum und Sporenkeimung bei Pilzen oder für andere biologische Prozesse in der Erde oder in Erdextrakten oder anderen Extrakten ganz anders liegen als in synthetischer Nährlösung. Es hat natürlich auch nicht an Versuchen gefehlt, nun wieder einigen Metallen, deren Löslichkeit durch die Reaktion weitgehend beeinflußt wird, generelle Bedeutung beizumessen. Z. B. haben einige Autoren allgemein Eisenmangel als Ursache für die „Kalkempfindlichkeit“ angesehen und andere wiederum Aluminium-Vergiftung als generelle Ursache für die „Säureempfindlichkeit“. Solche Annahmen können aber eben-

falls keine Gültigkeit für alle Pflanzen haben. Ich muß vielmehr wiederholen, daß die Frage nach der Reaktionsempfindlichkeit von Fall zu Fall bei jeder einzelnen Pflanzenart entschieden werden muß, und daß die Ursache sich dann noch meistens als aus mehreren Faktoren zusammengesetzt herausstellen wird. Erst muß genau untersucht werden, welche Ansprüche eine bestimmte Art an ihre Ernährung stellt, besonders im Hinblick auf in geringsten Spuren notwendige Elemente, ehe die Erklärung für ihre Reaktionsempfindlichkeit gegeben werden kann.

Die ersten Schritte in dieser Richtung sind getan. Es bedarf aber naturgemäß noch vieler Arbeit, bis das ganze Gebiet geklärt ist, wodurch die gesamte Biologie eine ungemeine Bereicherung erfahren dürfte. Im folgenden möchte ich selber einen kleinen Beitrag zu dieser Frage liefern. Wenn ich meine fragmentarischen Untersuchungen und Beobachtungen auf diesem Gebiete schon jetzt mitteile, so geschieht das nur, weil ich, durch äußere Umstände gezwungen, meine Versuche lange Zeit unterbrechen mußte und auch demnächst nur in der Lage sein werde, einen kleinen Teil der begonnenen Arbeiten fortzusetzen.

Von der umfangreichen Literatur habe ich nur das berücksichtigt, was für die hier behandelten Probleme von wesentlicher Bedeutung ist. Umfassende Literaturangaben befinden sich in den Arbeiten von Mevius (2, 3, 4, 5, 10).

II. Die „Kalkfeindlichkeit“ der Pilze.

Es ist verständlich, daß Experimente über das Wachstum in Abhängigkeit von der Reaktion des Mediums wegen der einfacheren Versuchsanstellung zuerst mit niederen Pflanzen ausgeführt wurden. Auch ich beginne darum mit der „Kalkfeindlichkeit“ der Pilze, zumal mich die hierbei gewonnenen Erkenntnisse erst zu der Überzeugung von der Wichtigkeit der mittelbaren Wirkung der Reaktion geführt haben.

Früher sprach man von „Kalkfeindlichkeit“. Heute weiß man, daß die Pilze gar nicht „kalkfeindlich“, sondern alkalifeindlich sind. Aber auch diese Bezeichnung trifft noch nicht den wahren Sachverhalt, von extrem hohen OH-Konzentrationen abgesehen. Die Pilze — ich spreche hier vorläufig nur von einigen Schimmelpilzen, die in sauren Böden vorkommen — sind streng genommen

nicht alkalifeindlich, sondern zinkbedürftig (19). Jedoch handelt es sich auch bei ihnen, wie fast überall, nicht um diesen einen Faktor Zink allein, der für die Reaktionsempfindlichkeit verantwortlich zu machen wäre, sondern um einen ganzen Komplex von Wirkungsfaktoren, von denen allerdings das Zink bei weitem die größte Wirkung auszuüben scheint. Daneben kommen dann außerdem noch in Betracht das Kupfer und vielleicht auch das Mangan¹⁾. Eisen, ebenfalls unbedingt notwendig, wird hier außer Betracht gelassen, weil es bei dieser Frage kaum eine Rolle spielt, denn es ist gewöhnlich in biologisch großen Mengen vorhanden, während sich das Zink fast immer im Minimum befindet. Zink- und Kupferkarbonat sind unlöslicher als Kalziumkarbonat, werden also durch Kalk sehr weitgehend ausgefällt. Die Hemmung des Pilzwachstums durch die alkalische Reaktion ist demnach eine typische Mangelercheinung. „Kalkfeindlichkeit“ und Mangel an einigen Biokatalysatoren sind in den gewöhnlich in Frage kommenden p_H -Intervallen bei den Pilzen gleichbedeutend.

Von diesen Organismen habe ich zunächst auch nach meiner früheren Veröffentlichung nur *Aspergillus niger* untersucht. Es erscheint mir zweckmäßig, hier auf einige Daten dieser Arbeit zurückzukommen (Versuch 2). Die Schwierigkeit solcher Versuche liegt natürlich darin, eine Methode zu finden, mit der man diese in geringsten Spuren überall vorhandenen Elemente aus den Nährmedien beseitigen kann. Früher habe ich die neutrale bis schwach alkalische Nährlösung mit ganz wenig Ammonsulfid versetzt, 24 Stunden stehen gelassen und dann nach Zusatz von etwas Blutkohle (von Merck) filtriert. Auf diese Weise wird Zink sowohl wie Kupfer aus den Lösungen durch Adsorption der gefällten Sulfide an die Kohle beseitigt. *Aspergillus* gedieh auf solchen Lösungen erst dann wieder normal, wenn ihm nachträglich außer Eisen auch etwas Zink und Kupfer zugesetzt wurde. Durch das Zink wurde das Wachstum ermöglicht, durch das Kupfer die Bildung des schwarzen Konidienfarbstoffes. Waren es wirklich Zink und Kupfer, die hier die optimale Zusammensetzung der Nährlösung ausmachten, dann mußte sich dasselbe Bild zeigen nach einer Fällung dieser Elemente mit löslichen Karbonaten. In der Tat ergab sich auch dann die unbedingte Notwendigkeit des Zinks sowohl wie des Kupfers zum normalen Gedeihen des Pilzes.

¹⁾ Literatur bei Bortels (19).

Versuch 1.

Nährlösung: H_2O 100, Saccharose 10, NaNO_3 1, K_2HPO_4 0,25, MgSO_4 0,15.

Davon:

1. mit Spur $(\text{NH}_4)_2\text{S}$,
2. mit etwas CaCO_3 $\frac{1}{2}$ Std. bei 1,5 Atmosph.
3. mit etwas CaCO_3 aufgekocht,
4. mit Spur Soda aufgekocht.

Sämtliche Lösungen blieben nach ihrer spezifischen Behandlung 24 Stunden stehen und wurden dann mit Kohle — zuweilen genügt als Adsorbens auch der in der Lösung vorhandene Niederschlag — filtriert. Hier wie bei den folgenden Versuchen wurden nur „quantitative“ Filter und mit Salzsäure und destilliertem Wasser besonders gereinigte Glasgeräte aus Jenaer 20-Glas verwendet. Sämtliche Lösungen zu 25 ccm in 100 ccm-Erlenmeyer-Kolben mit 0,005 % Fe als Mohrsches Salz, 0,0001 % Cu als CuSO_4 , jeweils zweimal ohne und mit 0,001 % Zn als ZnSO_4 . Kulturdauer 6 Tage bei 30° C.

	Trockengewichte in Gramm		Verhältnis
	— Zn	+ Zn	— Zn : + Zn
1.	0,015	0,75	1 : 50
	0,042	0,75	1 : 18
2.	0,021	0,82	1 : 39
	0,015	0,80	1 : 54
3.	0,020	0,82	1 : 41
	0,015	0,80	1 : 54
4.	0,010	0,80	1 : 80
	0,020	0,84	1 : 42
Kontrollösungen	0,23	0,87	1 : 3,7
ohne Behandlung	0,30	1,00	1 : 3,3

In derselben Weise läßt sich auch das Kupfer aus den Nährlösungen durch Fällung als Karbonat und anschließende Adsorption und Filtration beseitigen, was eine Wachstumsdepression und das Fehlen des schwarzen Konidienfarbstoffes zur Folge hat.

Roberg (20) hat inzwischen meine Befunde betr. Notwendigkeit des Zinks und Kupfers für *Aspergillus niger* vollauf bestätigen können. Durch die Veröffentlichung Robergs wurde ich auch zuerst aufmerksam auf die Arbeit Steinbergs (21), die mir früher nicht zugänglich gewesen war. Steinberg gebührt das Verdienst, zuerst den Beweis für die Behauptung Raulins von der Notwendigkeit des Zinks für *Aspergillus* erbracht zu haben, ohne daß er dieses selber voll erkannt hat. Der Verfasser spricht noch vom Zink als Stimulans. Man kann hier aber nicht mehr von einer Stimulation sprechen, sondern das Zink ist für *Aspergillus* so notwendig wie Eisen, Magnesium und die anderen Elemente. Auch den Säurewasserstoff zählt der Verfasser zu den Stimulantien und

stellt diesen mit Zink auf eine Stufe. Beide sollen sich bis zu einem gewissen Grade vertreten können. Das steht im Widerspruch zu der Anschauung, die ich hier vertrete. Nicht die H-Ionen wirken, sondern die als Verunreinigung vorhandenen Zinkspuren. Mit der Erhöhung der Säurekonzentration geht die Erhöhung der Zinkkonzentration parallel. Die Beseitigung und dauernde Fernhaltung der geringsten Zinkspuren aus einer sauren Lösung ist mit den größten Schwierigkeiten verknüpft und von Steinberg nicht berücksichtigt worden. Daß aber tatsächlich auch in sauren Lösungen Zink notwendig ist, dürfte aus meiner früheren Veröffentlichung (19, S. 323) hervorgehen. Schließlich gibt es auch für *Aspergillus* eine giftige Zinkkonzentration. Von jedem notwendigen Element kann man die Konzentration bis zur giftigen Wirkung steigern. Auch im Falle des Zinks tritt dann nicht „Säuretod“ ein, sondern „Zinktod“. Roberg hat meiner diesbezüglichen früheren Anschauung bereits widersprochen. Ich selbst hatte meine Ansicht inzwischen schon auf Grund der hier wiedergegebenen eigenen Untersuchungen geändert. Roberg konnte auch zeigen, daß man die Giftigkeit einer erhöhten Zinkkonzentration durch Zusatz von Eisen abschwächen kann, was im guten Einklang steht mit meiner Feststellung, daß beide Elemente offenbar entgegengesetzt verlaufende Reaktionen katalysieren und darum antagonistisch wirken müssen. Da Eisen und auch Kupfer als Oxydationskatalysatoren zu gelten haben¹⁾, Kupfer, wie ich glaube, vielleicht speziell als wirksamer Bestandteil der Phenolasen, so liegt die Vermutung nahe, daß wir im Zink einen Reduktionskatalysator, also einen Katalysator nicht der Dissimilation, sondern der Assimilation, vor uns haben. Man kann die biologischen Eigenschaften von Eisen und Zink ungefähr in folgendem Schema gegenüberstellen:

Eisen	Zink
wirkt oxydierend,	wirkt als Alkylverbindung reduzierend,
fördert Kohlenstoff-Stoffwechsel	fördert Stickstoff-Stoff- wechsel,
fördert die Fruktifikation.	fördert das vegetative Wachs- tum und hemmt die Fruk- tifikation.

¹⁾ Literatur bei Bortels (19).

Es sei mir gestattet, im Zusammenhang hiermit auf folgende Tatsachen hinzuweisen: Maligne Tumoren sollen nach einigen Autoren¹⁾ mehr Zink und weniger Kupfer enthalten als solche, die im Begriff sind, auszuheilen. Fischer, Buch Andersen und Demuth (22) gelang es, Mäusekarzinom mit Kupfer unter Sauerstoffüberdruck zu heilen. Ich selbst konnte oft beobachten, daß Zink bei Pilzen und Hefen eine heftige vegetative Zellvermehrung veranlaßte. Ferner besteht die Urbarmachungskrankheit des Getreides auf gewissen anmoorigen Sandböden, die sauer reagieren, in einem dauernden vegetativen Wachstum, einer fortgesetzten Bestockung, während die Pflanzen nicht reifen und auch keine keimfähigen Körner ausbilden. Diese Bodenkrankheit wird durch Zugabe geringer Mengen Kupfer geheilt. Nach den Untersuchungen von Reese (23) und von Söding (24) hat es den Anschein, als ob *Aspergillus* in seiner Nährlösung mit Hilfe des Zinks eine sein eigenes Wachstum fördernde Substanz bildet. — Eine solche Zusammenstellung scheint mir geeignet, Fingerzeige für weitere Forschungen auf diesen Gebieten zu geben.

Steinberg hatte seine Nährlösungen durch Erhitzen mit Kalk unter Druck und nachfolgender Filtration weitgehend von Eisen, Zink und unbewußt auch von Kupfer gereinigt und spricht auch schon von giftigen Zinkkonzentrationen im Erdboden und deren Abschwächung durch Kalkung. Wie ich oben gezeigt habe, ist die Anwendung erhöhter Drucke bei der Kalkbehandlung nicht notwendig. Diese Versuche wurden schon vor längerer Zeit unabhängig von den Befunden Steinbergs durchgeführt.

Es ist bekannt, daß *Aspergillus* auf Nährlösungen mit Kalk nur ganz kümmerlich gedeiht; das hat seinen Grund darin, daß die für den Pilz gerade noch ausreichende als Verunreinigung vorhandene Spur von Zink ausgefällt, und damit das Nährmedium unvollständig wird. *Aspergillus* leidet unter Zinkhunger.

Versuch 2.

Nährlösung: H_2O 100, Glukose 5, KNO_3 1, K_2HPO_4 0,25, MgSO_4 0,125, Fe 0,01 als Mohrsches Salz, z. Teil mit 2 % CaCO_3 .

Jeweils 50 ccm in 250 ccm-Erlenmeyer-Kolben. Versuchsdauer 6 Tage bei 25–30° C.

¹⁾ Literatur bei Bortels (19).

Frischgewichte in g

—	CaCO ₃	—	ZnSO ₄	.	.	.	.	3,4	3,2
—	"	+	0,001 %	ZnSO ₄	.	.	.	3,6	3,7
+	"	—	"	.	.	.	.	2,6	2,5
+	"	+	0,001 %	"	.	.	.	3,1	3,2
+	"	+	0,003 %	"	.	.	.	3,5	3,7
+	"	+	0,005 %	"	.	.	.	4,0	4,1

Roberg hat bewiesen, daß die Notwendigkeit des Vorhandenseins von Zink nicht nur für *Aspergillus niger* gilt, sondern auch für andere Aspergillen. Ich untersuchte nun noch einen aus einem sauren Boden isolierten *Citromyces*, der mir wegen seines verhältnismäßig häufigen Vorkommens in stark mineralsauren Böden aufgefallen war.

Versuch 3.

Die Nährlösung, bestehend aus H₂O 100, Saccharose 5, NaNO₃ 1, K₂HPO₄ 0,25, MgSO₄ 0,125, wurde z. T. mit 0,001 % CaCO₃ aufgekocht und nach 24 Std. mit etwas Kohle filtriert.

Jeweils 50 ccm in 300 ccm-Erlenmeyer-Kolben, teils mit Zusätzen von 0,011 % ZnSO₄ und 0,0004 % CuSO₄ oder von einem veraschten wässrigen Extrakt eines sauren Bodens, aus dem der Pilz isoliert war. Kulturdauer 10 Tage bei 20—25° C.

Trockengewichte in mg

Kontrolle ohne Kalkbehandlung und Filtration	668
— Zn — Cu	88
— Zn + Cu	40
+ Zn — Cu	617
+ Zn + Cu	1090
Erdasche	871

Auch bei diesem Pilz muß dem Zink eine größere Bedeutung zuerkannt werden als dem Kupfer, obwohl auch dieses das Erntegewicht in Gegenwart von Zink noch ganz beträchtlich gesteigert hat. Eine lederig dicke Myzeldecke mit dem typischen gelben Farbstoff hatten nur die Kulturen mit Zink + Kupfer und mit Erdasche gebildet. Irgend eine Wirkung von Mangan in einer Konzentration von 0,02 % Mangansulfat konnte ich auch bei diesem Pilz nicht feststellen. Die Unterschiede in den Erntegewichten lassen deutlich genug die Notwendigkeit des Zinks und Kupfers zum normalen Wachstum von *Citromyces spec.* erkennen.

Nun lag es nahe, noch einen Schritt weiterzugehen und die im Boden vorkommenden Pilze in ihrer Gesamtheit und an ihrem

natürlichen Standort auf ihr Verhalten gegen Zink und Kupfer zu prüfen. Ich habe mich zunächst auf das Zink beschränkt, weil ich glaube, das Kupfer bei diesen Versuchen in Erde vernachlässigen zu können. Denn während die optimale Konzentration des Zinks in einer bestimmten Nährlösung für *Aspergillus niger* ungefähr bei 1 mg pro L liegt, ist die des Kupfers noch viel kleiner, nämlich ungefähr 0,1 mg pro L. Außerdem wird das Wachstum weit mehr durch Zink als durch Kupfer gefördert. In den meisten neutralen bis alkalischen Böden kommt darum ein Zinkmangel für Pilze sehr wohl in Betracht, ein Kupfermangel aber kaum. Selbstverständlich konnte ich das Zink aus der Erde nicht wie aus einer Nährlösung vollständig beseitigen. Vielmehr mußte ich mich mit einer Fällung begnügen. Deshalb konnte ich auch nicht den umgekehrten Fall eines sauren, aber zink- und kupferfreien Bodens auf die Intensität des in ihm stattfindenden Pilzwachstums prüfen. Immerhin scheinen mir die Versuche, die durchaus noch nicht als abgeschlossen zu gelten haben, zu zeigen, daß auch alkalische Böden ebenso viele Pilze enthalten können wie saure, wenn man ihren Zinkgehalt künstlich erhöht. Das spricht auch wieder für die Notwendigkeit des Zinks für Pilze und für die Bedeutung dieses Elements bei der mittelbaren Wirkung der Reaktion auf das Pilzwachstum.

Versuch 4.

500 g eines humosen und sehr kalkreichen Bodens mit p_H 8 wurden gemischt mit 100 ccm H_2O (d. i. ca. 50 % der Wasserkapazität), dem 5 g Saccharose bzw. 5 g Zellulose (gemahlenes Filtrierpapier), 0,05 g Harnstoff, 0,05 g $CaHPO_4$ und 0,04 g K_2SO_4 zugesetzt waren. Diese Mischung wurde in eine 1 l fassende Flasche eingefüllt. Auf dem Boden enthielt diese eine Schicht groben Kies, in den ein Glasrohr hineinragte, durch das CO_2 -freie Luft in die Erde hineingesogen wurde, die dann oben aus der Flasche durch ein zweites Rohr ausströmte und Absorptionsgefäße mit $CaCl_2$ und dann solche mit Natronkalk und $CaCl_2$ passierte. Durch Wägung der Natronkalkröhrchen wurde die im Boden gebildete Menge CO_2 bestimmt. Nach einer Durchlüftungsdauer von 29 Tagen wurde die während dieser Zeit im Boden gewachsene Pilzmenge durch das Plattenzählverfahren ermittelt. Der zu diesem Zweck verwendete Nährboden bestand aus: Leitungswasser 1000, Saccharose 10, Pepton 5, KH_2PO_4 1, $MgSO_4$ 0,5, $NaSCN$ 80, Agar 25.

Auf diesem Agar, dem ich nach Boas (25) so viel Rhodanid zugesetzt hatte, daß die Lösung ungefähr eine 0,9 n Rhodanidlösung darstellte, ist auch nicht eine Bakterien- oder Actinomyceten-Kolonie gewachsen, während die Pilze sehr gut zur Entwicklung kamen. Auf anderen, sogar auf stark sauren Nährböden können immer noch so viel Bakterien- und Actinomyceten-Kolonien wachsen, daß dadurch das Bild mitunter vollkommen verwischt wird. Die Rhodanidmethode

nach Boas ist tatsächlich eine, die jedes Bakterien- und Actinomycetenwachstum restlos ausschließt.

Von den 4 Erdportionen zu je 500 g enthielten 2 Saccharose und 2 Zellulose, und von diesen Gruppen war wieder je eine Portion mit 0,3 g Zinksulfat gemischt. Durch die Zugabe von Zink wurde die Reaktion nicht geändert. Der p_h -Wert beider Böden mit und ohne Zink betrug auch nach dem Versuch noch 7,9¹⁾.

Für die Pilzzählung wurde der Boden mit sterilem Wasser auf 1:5000 verdünnt.

Zählungen (Zahl d. Kolonien auf einer Platte) in den Böden:

mit Zucker		mit Zellulose	
— Zn	+ Zn	— Zn	+ Zn
5	15	5	8
2	10	2	14
3	10	6	16
5	7	4	6
7	10	2	6
Mittl. Wert	4,4	3,8	10,0

Wenn auf diese Weise ausgeführte Bakterienzählungen schon ungenau sind, so gilt das wegen der viel ungleichmäßigeren Verteilung der Pilze bei der Aufschwemmung des Bodens erst recht für diese. Die Zahlen sind aber als Vergleichswerte immerhin brauchbar. Jedenfalls wurde für die im Boden ohne Zink und die im Boden mit Zink gewachsenen Pilzmengen ein Verhältnis gefunden von — Zink: + Zink = 1:2 — 3. Das ist dasselbe Verhältnis, das man in sauren und neutralen Böden eines und desselben Bodentyps häufig antrifft. Ich führe hier nur zwei von vielen Beispielen an:

Waksmann (26) fand:

Düngung des Bodens mit	p_h	Zahl der Pilze in 1 g Boden ²⁾
Ammonsulfat	4,0	110 000
„ + Kalk	6,2	39 100

Ich selbst fand:

Boden	p_h	Zahl der Kolonien auf einer Platte bei der Verdünnung 1:5000	
A	4,8	33	
	6,9	16	
B	5,7	22	18
	7,7	7	5

¹⁾ Die p_h -Messungen von sämtlichen Versuchen wurden elektrometrisch mit der Chinhydronelektrode ausgeführt.

²⁾ Man kann m. E. wohl die meisten Bakterien, aber nicht Pilze zählen, weil es wohl die Einheit „Bakterium“ (eine Zelle) aber nicht die Einheit „Pilz“ gibt. Die Zahl der Kolonien auf den Platten gibt nur einen ungefähren Anhalt für den Umfang des Pilzwachstums im Boden.

Während also die Pilzzählung deutliche Unterschiede im Sinne der aufgestellten Behauptung zeigte, war die Kohlensäureproduktion in den Böden mit und ohne Zink annähernd gleich.

Nach Tagen	Böden mit Zucker		Böden mit Zellulose	
	— Zn	+ Zn	— Zn	+ Zn
2	1,29	1,13	0,10	0,09
5	2,09	2,00	0,20	0,24
9	0,78	1,03	0,09	0,91
11	0,41	0,48	0,79	0,70
15	0,32	0,41	0,73	0,70
18	0,15	0,18	0,38	0,22
23	0,23	0,24	0,48	0,55
Summe:	5,27	5,47	3,58	3,41

Dieses annähernd gleichmäßige Verhalten der Böden mit und ohne Zink hinsichtlich der Kohlensäureproduktion findet wahrscheinlich seine Erklärung darin, daß in den Böden mit Zink zwar ein intensiveres Pilzwachstum aber auch ein entsprechend gehemmttes Bakterienwachstum stattgefunden hat, wie das ja auch in sauren Böden der Fall ist; und zwar nimmt das Bakterienwachstum mit Erhöhung der Wasserstoffionenkonzentration ungefähr in demselben Maße ab wie das Pilzwachstum zunimmt.

Es wäre sehr wünschenswert, wenn nun auch noch andere Pilze in Reinkultur auf ihre Zink- und Kupferbedürftigkeit hin untersucht würden. Vielleicht würde sich dabei herausstellen, daß auch noch andere Elemente von Bedeutung sind. Ich selbst konnte eine Manganbedürftigkeit nicht feststellen.

Außerdem wäre es auch im Hinblick auf das Zink sehr lehrreich, in einem Galmeiboden den Umfang des Pilzwachstums zu ermitteln.

III. Die „Kalkbedürftigkeit“ von *Azotobacter chroococcum*.

Azotobacter chroococcum gilt als ein außerordentlich reaktionsempfindliches Bakterium (27, 28, 29, 30). Seine Wachstumsgrenze liegt im sauren Gebiet ungefähr bei p_h 6 und im alkalischen ungefähr bei p_h 9. Besonders die Säureempfindlichkeit des *Azotobacter* ist so deutlich, daß Christensen (31) darauf eine Methode aufgebaut hat, die Kalkbedürftigkeit eines Bodens zu bestimmen. Jedoch ist man neuerdings wieder ganz von dieser Methode abgekommen, weil sich herausgestellt hat, daß sie in vielen Fällen

vollkommen versagt. Auch in meinen Versuchen zeigte es sich, daß eine gute *Azotobacter*-Rohkultur oft auf Beijerinckschen Nährlösungen mit sauren Böden ohne Kalk sehr gut gedeiht und andererseits zu gewissen Jahreszeiten auf denselben Lösungen und denselben sauren Böden auch nach Zusatz von Kalk nicht anwachsen will.

Versuch 1.

In 300 ccm-Erlenmeyer-Kolben 5 g Boden und 50 ccm Nährlösung folgender Zusammensetzung: Leitungswasser 100, Mannit 2, K_2HPO_4 0,05, $MgSO_4$ 0,02. Die untersuchten Böden hatten die p_H -Werte: 6,0, 5,2 und 4,9. Je 2 Kolben mit demselben Boden wurden sterilisiert und 2 nicht. Dann wurden alle mit einer jungen kräftigen *Azotobacter*-Rohkultur beimpft. Nach 3 Tagen bei 25° C:

p_H des untersuchten Bodens	<i>Azotobacter</i> -Wachstum	
6,0	sehr gut	sterilisiert
6,0	" "	nicht "
5,2	" "	" "
5,2	mäßig	nicht "
4,9	sehr gut	" "
4,9	mäßig	nicht "

Versuch 2.

Methode genau nach Christensen. Die Nährlösung bestand also aus Leitungswasser mit 2% Mannit und 0,05% K_2HPO_4 . Geimpft wurde mit einer frischen Rohkultur aus einem Boden mit p_H 7,2. Nach 3 Tagen bei 25—30° C:

p_H des untersuchten Bodens	<i>Azotobacter</i> -Wachstum
7,3	gut
4,7	gut

Versuch 3.

Nährlösung wie beim zweiten Versuch, zum Teil mit 2% $CaCO_3$. Auch hier wieder 5 g Boden mit 50 ccm Nährlösung in 300 ccm-Erlenmeyer-Kolben, beimpft mit junger Rohkultur. Nach 6 Tagen bei 25° C:

p_H des untersuchten Bodens	<i>Azotobacter</i> -Wachstum		p_H der Nährlösung am Ende des Versuchs	
	+ $CaCO_3$	— $CaCO_3$	+ $CaCO_3$	— $CaCO_3$
7,2	gut	gut	7,1	5,6
6,1	stark schaumige, dünne Haut	Schaum	7,0	5,3
5,3	desgl.	desgl.	7,0	5,0
4,8	kein Wachstum	kein Wachstum	6,8	4,9

Ähnliches ist auch schon von anderen Autoren festgestellt worden. Außerdem soll in einigen Böden, die reichlich Kalk und Phosphorsäure enthalten, doch kein *Azotobacter* vorkommen (32, 33, 34). *Azotobacter* ist eben außer vom Kalkgehalt des Bodens auch noch von vielen anderen Faktoren abhängig, z. B. von der begleitenden Bakterienflora, die offenbar jahreszeitlich verschieden zusammengesetzt ist, vom Stickstoffgehalt des Bodens und anderem mehr. Ferner ist die „Kalkbedürftigkeit“ auch bei *Azotobacter* in der Hauptsache eine Reaktionsempfindlichkeit, die offenbar ihre besonderen für *Azotobacter* spezifischen Ursachen hat¹⁾.

Es ist darum sehr verlockend, gerade bei diesem Organismus die Ursachen für seine „Säureempfindlichkeit“ oder „Kalkbedürftigkeit“ zu erforschen. Da wir in Deutschland viel saure und auch einige kalk- und phosphorsäurehaltige Böden haben, die kein oder nur ein geringes *Azotobacter*-Wachstum aufweisen, so hat das Problem auch eine nicht zu unterschätzende praktische Bedeutung.

Um die Zusammenhänge zwischen Biokatalyse und Reaktionsempfindlichkeit bei *Azotobacter* zu klären, mußte ich für dieses Bakterium synthetische Nährlösungen benutzen. Ich legte besonderen Wert darauf, in stickstofffreier Lösung zu kultivieren, um so die Stickstoffbindung des *Azotobacter* in Abhängigkeit von der Reaktion zu untersuchen. *Azotobacter chroococcum* wächst aber in synthetischer stickstofffreier Nährlösung so gut wie gar nicht, wenn der Lösung kein Erdextrakt zugesetzt wird. Auch dann wächst er in Nährlösungen mit Leitungswasser noch besser als in solchen mit destilliertem Wasser. Damit kommen wieder chemisch unübersichtliche und unbekannte Gemische in die Lösung, was bei solchen ernährungsphysiologischen Studien unzulässig und unmöglich ist. Ich mußte also versuchen, diese Unbekannten zu eliminieren, d. h. die im Erdextrakt und im Leitungswasser wirksamen Faktoren ausfindig zu machen. Die günstige Wirkung des Leitungswassers äußerte sich auch noch nach Zusatz von Erdextrakt, besonders, wenn der extrahierte Boden kalkarm war. Auch mit Leitungswasser hergestellte Bodenauszüge wirkten besser als solche, die mit destilliertem Wasser bereitet waren.

¹⁾ Die Bestimmung der Boden-Phosphorsäure mit Hilfe von *Azotobacter* ist aus demselben Grunde ebenso schwierig und teilweise unmöglich wie die Kalkbestimmung.

Versuch 4.

Nährlösung: Destilliertes Wasser bezw. Leitungswasser 100, Mannit 2, K_2HPO_4 0,05, $MgSO_4$ 0,02. Z. T. mit einem Zusatz von Kalk oder Schwefelsäure. 50 ccm mit 5 g Boden in 300 ccm-Erlenmeyer-Kolben bei 25° C. Beimpft mit frischer Rohkultur. Nach 3 Tagen:

Nährlösung	p _h vor Beginn des Versuchs		Azotobacter-Wachstum		p _h am Ende des Versuchs	
	Boden p _h 5	Boden p _h 7	Boden p _h 5	Boden p _h 7	Boden p _h 5	Boden p _h 7
Leitungswasser	7,2	7,3	sehr gut	gut	4,9	7,1
" + 2% $CaCO_3$	7,3	7,4	" "	"	8,1	8,1
" + H_2SO_4	6,1	6,8	" "	"	4,5	5,4
dest. Wasser	6,1	6,8	kein Wachstum		4,5	5,9

Versuch 5.

Dieselben Versuchsbedingungen mit denselben Böden (p_h 5 und p_h 7) und den Nährlösungen.

D. W.		L. W.	
dest. Wasser	300	Leitungswasser	100
Mannit	12	Mannit	4
K_2HPO_4	0,12	K_2HPO_4	0,04
$FeSO_4$	0,03	$FeSO_4$	0,01

Davon je 80 ccm mit 20 ccm folgender Flüssigkeiten:

1. Auf $\frac{1}{8}$ seines Volumens eingedampftes Leitungswasser ($\frac{1}{8}$ L. W.).
2. Extrakt von Boden p_h 7 mit destilliertem Wasser (D 7).
3. Leitungswasser zu Lösung L. W.
4. Destilliertes Wasser zu Lösung D. W.

Nach 4 Tagen bei 25° C.:

Boden p _h 5 D. W.	kein Wachstum,
" p _h 5 D. W. + D 7	sehr schwaches Wachstum (Inseln).
" p _h 7 D. W.	mäßiges Wachstum (mit Schaum),
" p _h 5 D. W. + $\frac{1}{8}$ L. W.	gutes Wachstum,
" p _h 7 L. W.	sehr gutes Wachstum,
" p _h 7 D. W. + $\frac{1}{8}$ L. W.	" " " "
" p _h 5 L. W.	" " " "

Versuch 6.

Dieselben Nährlösungen wie beim 5. Versuch, aber mit 0,02 % $MgSO_4$. Außerdem teilweise Zugabe von Erdextrakten aus alkalischem Boden mit p_h 7,3 und saurem mit p_h 5,1. 1 kg Boden wurde mit 1 l siedenden Wassers übergossen,

24 Std. stehen gelassen und dann filtriert, 10 ccm Nährlösung mit 5 ccm Zusatz in 100 ccm-Erlenmeyer-Kolben. Beimpft mit frischer Rohkultur.

- L. W. = Nährlösung mit Leitungswasser,
- D. W. = Nährlösung mit destilliertem Wasser,
- A. L. = Extrakt aus Boden p_h 7,3 mit Leitungswasser,
- A. D. = Extrakt aus Boden p_h 7,3 mit destilliertem Wasser,
- S. L. = Extrakt aus Boden p_h 5,1 mit Leitungswasser,
- S. D. = Extrakt aus Boden p_h 5,1 mit destilliertem Wasser,
- L = Auf $\frac{1}{8}$ seines Volumens eingedampftes Leitungswasser.

Sämtliche Lösungen wurden mit Soda schwach alkalisch gemacht. Nach 3 Tagen bei 25° C:

L. W. + A. L.:	Sehr dicke Decke ¹⁾ ,
D. W. + A. L.:	Dicke blasige Decke,
L. W. + A. D. + L.:	Dicke Haut,
L. W. + A. D.:	Mäßig starke Haut,
D. W. + A. D. + L.:	Dünne Haut,
D. W. + A. D.:	Sehr dünne Haut,
D. W. + S. D. + L.:	Schleier,
L. W. + S. L.:	" "
L. W. + S. D. + L.:	" "
D. W. + S. L.:	Inseliger Schleier,
L. W. + L.:	" " "
L. W. + S. D.:	Sehr dünner inseliger Schleier,
D. W. + L.:	" " " " "
D. W. + S. D.:	" " " " "
L. W.:	Kein Oberflächenwachstum ²⁾ ,
D. W.:	" " "

Die Tatsache, daß Extrakte aus alkalischen Böden eine viel stärkere Wirkung entfalten als solche aus sauren Böden (abgesehen vom Kalzium), ist so auffallend, daß hierin wohl ein wichtiger Grund für die Säureempfindlichkeit des *Azotobacter* zu erblicken ist. Darauf komme ich noch zurück.

Anfangs wurde mit Rein- und Rohkulturen experimentiert, die immer das gleiche Resultat ergaben. Die Oberflächenhäute in Reinkulturen sinken aber sehr leicht ab, wodurch die Entwicklung dieser Kulturen gegenüber den Rohkulturen ungünstig beeinflusst wird (35). Man kann das zwar leicht umgehen, wenn man die Lösung von entfetteter reiner Watte aufsaugen läßt, aber der

¹⁾ Bei allen Versuchen wurden immer nur die Kulturen berücksichtigt, die bei der mikroskopischen Kontrolle einen fast reinen Bestand von *Azotobacter* mit wenig *Radiobacter* aufwiesen.

²⁾ War keine Oberflächenhaut gewachsen, dann war die Lösung nur schwach getrübt.

Einfachheit halber wurde weiterhin nur mit möglichst jungen Rohkulturen gearbeitet.

Daß das wirksame Prinzip im stark kalkhaltigen Leitungswasser sehr wahrscheinlich nichts anderes ist als Kalzium, dürfte aus folgendem Versuch hervorgehen:

Versuch 7.

Nährlösung: Destilliertes Wasser 150, Mannit 6, K_2HPO_4 0,15, $MgSO_4$ 0,06, $FeSO_4$ 0,015. Dazu im Verhältnis 1:1.

1. Extrakt von Boden p_h 7 mit destilliertem Wasser.
2. " " " p_h 7 " Leitungswasser.
3. " " " p_h 5 " destilliertem Wasser.
4. " " " p_h 5 " Leitungswasser.
5. = 3. mit Spur $CaSO_4$.
6. Auf $\frac{1}{3}$ seines Volumens eingedampft Leitungswasser.

Sämtliche Nährlösungen wurden mit Soda schwach alkalisch gemacht. 20 ccm in 100 ccm-Erlenmeyer-Kolben.

Nach 4 Tagen bei 28° C zeigte Nr. 3 kaum ein Wachstum. Die übrigen bildeten folgende Reihe:

$$4 < 5 < 6 < 1 < 2$$

Nr. 2 war außerordentlich kräftig gewachsen und ließ alle anderen Kulturen weit hinter sich zurück.

Damit wäre mit einiger Wahrscheinlichkeit ein Faktor aus dem Komplex „Kalkbedürftigkeit“ isoliert. Kalzium wurde ja auch schon von Krzemieniewska (36) und von Beijerinck (32) zu den für *Azotobacter* notwendigen Elementen gezählt.

Nunmehr versuchte ich, die Wirkung des Erdextraktes aufzuklären. Diesen Untersuchungen kommt deshalb eine ganz besondere Bedeutung zu, weil *Azotobacter* den Bodenauszug nur zum Wachstum in stickstofffreier Lösung braucht. Die Beantwortung der Frage, welches das wirksame Prinzip im Erdextrakt ist, würde vielleicht gleichzeitig über die Katalyse bei der Stickstoffbindung Aufklärung bringen.

Man ist immer geneigt, dem Humus als Kohlenstoff-Stickstoff-Verbindung in vielen biologischen Prozessen eine besondere Bedeutung beizulegen. Die kommt ihm auch sicherlich zu. Aber man sollte doch nicht vergessen, daß zersetzte organische Substanz auch für das Pflanzenleben wichtige Aschenstoffe aufgespeichert enthält. Besonders im Falle *Azotobacter* wird viel von der fördernden Wirkung des Humus gesprochen. Allerdings wurde auch darauf hingewiesen, daß künstliche Humuspräparate (meistens aus Torf gewonnen) gar nicht und Extrakte aus verschiedenen Böden nicht

gleich stark wirkten (37). Aber es blieb doch eben immer der Humus, in dessen organischer Zusammensetzung noch heute sehr viele Autoren, die sich mit *Azotobacter*-Versuchen befassen, den wirksamen Bestandteil erblicken. Ich konnte mich jedoch davon überzeugen, daß ein Bodenextrakt seine Wirkung voll und ganz behielt, wenn ich ihn in Quarzschalen eindampfte, den Rückstand veraschte, glühte, wieder in Wasser aufnahm und die Aufschwemmung zu einer wasserklaren Flüssigkeit filtrierte.

Die wirksame Substanz im Erdextrakt muß also ein Aschenbestandteil sein. Für die nächsten Versuche stellte ich mir meine Erdextrakt-Aschenlösungen folgendermaßen her:

1 kg fruchtbare Ackererde wird mit 2 l heißen Leitungswassers übergossen und dann 24 Std. stehen gelassen oder im Autoklaven $\frac{1}{2}$ Std. bei 2 Atmosph. erhitzt, nachdem vorher die Boden-Wasser-Mischung mit Natronlauge deutlich alkalisch gemacht wurde. Dann wird in flache Schalen dekantiert und bis fast zur Trockne eingedampft. Der Rückstand wird in eine Quarzschale überführt und hier völlig eingedampft und verascht und der Glührückstand mit alkalischem Leitungswasser mehrmals ausgezogen und filtriert. Das gänzlich kohlenstoff- und stickstofffreie Filtrat ist wasserklar.

Um gegebenenfalls durch eine chemische Analyse schnell zum Ziele zu kommen, mußte ich die Aschenlösung mit der fraglichen Substanz möglichst anreichern. Dazu brauchte ich einen Boden, der verhältnismäßig reiche Ausbeuten lieferte. Diesen fand ich in einer humosen kalkreichen Erde (Boden N), die einen wirksameren Extrakt gab als die anderen untersuchten Böden.

Versuch 8.

Nährlösungen: Leitungswasser oder Erdextrakt 100, Mannit 2, K_2HPO_4 0,1, $MgSO_4$ 0,05, $FeSO_4$ 0,005. 1 kg der Böden (fruchtbarer Boden N und weniger fruchtbarer Sandboden aus Dahlem) wurde mit 1 l Leitungswasser extrahiert, der Extrakt verascht und die Asche in Leitungswasser aufgenommen und filtriert und das Filtrat wieder auf 1 l aufgefüllt. Jeweils zweimal 20 ccm in 100 ccm-Erlenmeyer-Kolben mit frischer Rohkultur beimpft.

Nach 3 Tagen bei 25° C:

Boden N: Geschlossene dicke Häute.

Boden Dahlem: Sehr dünne maschige Häute.

Leitungswasser: Keine Haut.

Mehrere kg von diesem fruchtbaren Boden N wurden in der oben angegebenen Weise extrahiert. Dabei konnte ich 1 kg zweimal mit 2 l Wasser ausziehen. Eine dritte Extraktion war wertlos.

Es sei noch besonders betont, daß der Gehalt eines Bodens an dem wirksamen Faktor unabhängig ist von dem Humusgehalt

der Erde. Ich habe auch noch andere sehr kalkreiche und stark humose Böden untersucht, die lange nicht so viel enthielten wie der Boden N. Nur scheint es, daß solche Böden, die eine große Ausbeute an dem wirksamen Faktor liefern und ein starkes *Azotobacter*-Wachstum aufweisen, auch immer humusreich sind. Ich erinnere in diesem Zusammenhang an die fruchtbare Schwarzerde Rußlands (Tschernosem), die bei direkter mikroskopischer Beobachtung eine auffallend große Zahl von *Azotobacter*-Zellen enthalten soll. Leider war mir solche Schwarzerde bei meinen Untersuchungen nicht zugänglich. Diese Eigenschaften der Böden legen die Vermutung nahe, daß das Primäre der Fruchtbarkeit einiger Erden ihre chemische anorganische Zusammensetzung ist, die vielleicht auch den *Azotobacter* in Gemeinschaft mit Grünalgen zur Stickstoffbindung befähigt, und daß der Humusreichtum solcher Böden die sich daraus ergebende sekundäre Erscheinung ist. Eine solche Erkenntnis, für deren Richtigkeit ich den Beweis vorläufig noch schuldig bleiben muß, wäre natürlich landwirtschaftlich von sehr großer Bedeutung.

Man kann es sich nun auch leicht erklären, warum einige Böden, obwohl sie genügend Kalk und Phosphorsäure enthalten, doch kein *Azotobacter*-Wachstum aufweisen. Wahrscheinlich enthalten sie gar nichts von der notwendigen unbekannten Substanz, die in *azotobacter*-reichen Böden enthalten ist.

Die Identifizierung dieses Elements (oder der Elemente) ist mir bis jetzt aus Mangel an Gelegenheit, entsprechende Versuche durchführen zu können, noch nicht gelungen. Einige Eigenschaften desselben habe ich aber schon feststellen können, die mir geeignet erscheinen, hoffentlich bald die Klärung der Frage herbeizuführen. Wie aus den folgenden Versuchen hervorgeht, ist die fragliche Substanz in Alkalien löslich, in Säuren dagegen nicht.

Versuch 9.

Eine Erdextrakt-Aschenlösung wurde mit Soda deutlich alkalisch gemacht und filtriert. Der Niederschlag wurde in Salzsäure gelöst und die Lösung dann wieder bis zur alkalischen Reaktion mit Soda versetzt. Das Filtrat (F), der gelöste Niederschlag (N) und auch beide wurden folgender Nährlösung zugesetzt: H_2O 100, Mannit 2, K_2HPO_4 0,1, MgSO_4 0,05, FeSO_4 0,05. Sämtliche Lösungen wurden ungefähr auf dieselbe Alkalität gebracht. 20 ccm in 100 ccm Erlenmeyer-Kolben. Beimpft mit frischer Rohkultur. Nach 3 Tagen bei 25° C hatte sich auf den Lösungen mit F und mit F + N eine starke Haut gebildet. Auf derjenigen mit N dagegen war keine Haut gewachsen.

Ein andermal wurde die Asche eines Erdextraktes z. T. mit verdünnter Schwefelsäure aufgenommen, filtriert und das Filtrat wieder mit Kalziumkarbonat neutralisiert. Diese Lösung war im Gegensatz zu der in Leitungswasser oder destilliertem Wasser gelösten Asche unwirksam.

Solche Versuche wurden mehrere Male mit demselben Resultat wiederholt.

Versuch 10.

Bei einer Erdextraktion wurde ein Teil der Boden-Wasser-Mischung so lange mit Schwefelsäure versetzt, bis er sauer reagierte. 10 ccm Nährlösung (Vers. 8) von doppelter Konzentration wurden dann mit 5 ccm des alkalisch (mit Leitungswasser) bzw. 5 ccm des sauer gewonnenen Extraktes versetzt. Dann wurden alle Lösungen mit Soda schwach alkalisch gemacht und mit frischer Rohkultur beimpft.

Nach 3 Tagen war *Azotobacter* bei 25° C nur auf den Lösungen mit dem alkalisch gewonnenen Extrakt als Oberflächenhaut gewachsen.

Versuch 11.

Noch einmal wurden verschiedene Bodenauszüge miteinander verglichen. Extrahiert wurden jeweils 100 g Boden mit 200 ccm Extraktionsflüssigkeit, und zwar:

1. mit destilliertem Wasser,
2. mit Leitungswasser,
3. mit verdünnter Schwefelsäure,
4. mit verdünnter Salzsäure,
5. mit verdünnter Natronlauge.

Die Aschen der Extrakte wurden mit destilliertem Wasser ausgezogen, die filtrierten Lösungen auf 50 ccm aufgefüllt und mit Soda schwach alkalisch gemacht. Davon kamen dann 5 ccm zu 10 ccm folgender Nährlösung:

Leitungswasser 200, Mannit 6, K_2HPO_4 0,3, $MgSO_4$ 0,15, $FeSO_4$ 0,015. Die Lösungen wurden in 100 ccm-Erlenmeyer-Kolben mit frischer Rohkultur beimpft. Nach 3 Tagen bei 25° C zeigten ein kräftiges Wachstum nur die 6 Kölbchen mit den Extrakten 1, 2 und 5. Bei weitem am stärksten hatte der basische Extrakt 5 gewirkt. Auf dem schwefelsauren Extrakt waren nur Spuren eines Schleiers und auf dem salzsauren Extrakt und in den beiden Kontrollkölbchen ohne Extrakt gar keine Oberflächenhaut gewachsen.

Versuch 12.

Von einer wirksamen Aschenlösung wurden 5 ccm

1. ohne Behandlung,
2. nach Filtration,
3. nach Aufkochen und Filtration,
4. nach Aufkochen mit Schwefelsäure und Filtration

der Nährlösung von Versuch 11 zugesetzt. Bedingungen wie bei Versuch 11.

Nach 4 Tagen waren alle Kulturen gut angewachsen bis auf diejenigen, die die mit Schwefelsäure behandelte Aschenlösung enthielten.

Aus diesen Versuchen sieht man, daß die Extraktion des Bodens mit alkalischem Wasser vorzunehmen ist, und daß man wegen der Alkalilöslichkeit des notwendigen Stoffes in alkalischer Nährlösung kultivieren muß. Hierin ist sicher ein wichtiger Grund für die „Säurefeindlichkeit“ des *Azotobacter* zu erblicken.

Leider stellte sich im folgenden heraus, daß die in großen Mengen gewonnene Aschenlösung nach einiger Zeit gänzlich unwirksam wurde. Worauf das beruht, konnte ich noch nicht feststellen, weil ich dann meine Untersuchungen einstellen mußte. Man könnte daran denken, daß es sich bei dem wirksamen Faktor um ein in Spuren vorhandenes radioaktives Element handelt. Einige Autoren (37, 38, 39, 40, 41) stehen ja auf dem Standpunkt, daß *Azotobacter* durch radioaktive Substanzen gefördert wird. Rossi und Ricardo (42) fanden, daß *Azotobacter* aus Böden des Vesuvs besonders stark zur Stickstoffbindung befähigt war. Remy und Rösing (43) hielten Eisen für den wirksamen Bestandteil der Erde, und Kaserer (44) sprach einem kolloidalen Gemisch von Eisen und Aluminium diese Wirkung zu. Es kommt hierfür aber weder Eisen noch Mangan oder Aluminium oder Silizium in Frage (45). Das konnte ich selbst ebenfalls feststellen. Auch unter den Salzen von Lithium, Bor, Barium, Strontium, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Blei, Titan und Beryllium befindet sich nicht die gesuchte Substanz. Nach den oben geschilderten Eigenschaften der Aschenlösung kämen ja auch die meisten der genannten Elemente gar nicht in Frage.

Das Resultat der bisherigen Untersuchungen ist, daß man schon jetzt die auch bei *Azotobacter* aus mehreren ursächlichen Faktoren zusammengesetzte Eigenschaft der „Kalkbedürftigkeit“ in mindestens zwei Faktoren zerlegen kann. Das ist einmal die sehr wahrscheinliche Notwendigkeit des Kalziums und zum anderen die Notwendigkeit des in Alkali löslichen und in Säuren unlöslichen Faktors, der *Azotobacter* zu kräftigem Wachstum in stickstofffreier Nährlösung befähigt.

IV. Die Reaktionsempfindlichkeit höherer Pflanzen, insbesondere die „Kalkbedürftigkeit“ einiger Getreidearten.

Was ich bei einigen Mikroorganismen über die Beziehungen zwischen Biokatalyse und Reaktionsempfindlichkeit gesagt habe, das gilt mutatis mutandis auch für höhere Pflanzen. Ich habe schon im allgemeinen Teil darauf hingewiesen. Bisher wurden

von den geplanten umfangreichen Versuchen nur solche mit Gerste, Hafer, Weizen und Roggen und mit Kartoffeln ausgeführt. Die Kartoffelversuche sind aber noch so im Anfangsstadium stecken geblieben, daß ich hierüber nicht ausführlich berichten will. Es handelt sich bei diesen Versuchen um die Aufdeckung der eigentlichen Beziehungen zwischen dem Auftreten von Schorf und der Vorliebe der Kartoffel für schwach saure Böden. Gerade diese Fragen scheinen mir aber so kompliziert, daß man zum mindesten erst einmal versuchen müßte, den Bedarf der Kartoffel an gewissen katalytisch wirkenden Elementen kennen zu lernen. In jüngster Zeit ist ja erfreulicherweise schon festgestellt worden, daß die Blattrollkrankheit dann auftritt, wenn es der Pflanze an Bor fehlt (9). Bor, das nach anderen Autoren (10, 12, 14) für viele Pflanzen notwendig sein soll, wäre demnach also fortan auch zu den für die Kartoffel notwendigen Elementen zu zählen. Sehr wahrscheinlich würde man bei eingehenden Untersuchungen auch noch andere Elemente als für die Kartoffel notwendig erkennen, die bis jetzt noch nicht als notwendig befunden wurden, und die dann gegebenenfalls zu der Anpassung dieser Pflanze an ein schwach saures Reaktionsgebiet in Beziehung gesetzt werden könnten.

Auch die gelbe Lupine wäre ein dankbares Objekt für solche Studien. Eingangs habe ich bereits erwähnt, daß Boas und Merckenschlager außer der Empfindlichkeit gegen Kalzium auch noch die Reaktion für die „Kalkfeindlichkeit“ der Lupine verantwortlich machten. Diese Pflanze wächst aber vornehmlich auf schwermetallreichen Böden und soll auch verhältnismäßig viel Mangan und Kupfer speichern. Ich glaube annehmen zu dürfen, daß man hierin die Erklärung für die Reaktionsempfindlichkeit zu suchen haben wird. Die verschiedenen Pflanzen sind eben ganz auf die chemische Zusammensetzung ihres Heimatbodens eingestellt (46, 47), und darin kommt auch ihre Reaktionsempfindlichkeit, besonders auf anderen Böden, zum Ausdruck, wie ich das im allgemeinen Teil dieser Arbeit erläutert habe.

Im folgenden werde ich über eigene Versuche mit Gerste in Nährlösungen und in Böden berichten und im Zusammenhang damit auch über einige Versuche an Hafer, Roggen und Weizen und über einige Beobachtungen betr. Säureschäden in norddeutschen Sandböden.

Die norddeutsche Tiefebene besteht größtenteils aus dem Moränenschutt der Eiszeitgletscher. Diese mehr oder weniger lehmigen

Sandböden sind mitunter recht sauer und enthalten sehr viel Schwermetalle, besonders Eisen und Mangan und weniger Zink und Kupfer. Die Schäden, die alljährlich auf den sauren Böden an den Kulturpflanzen auftreten, sofern nicht in ausreichendem Maße gekalkt wird, sind nicht in jedem Jahre gleich stark. Besonders typisch waren in dieser Hinsicht die Jahre 1927 und 1928. 1928 traten die Säureschäden ganz besonders heftig auf im Gegensatz zu 1927. Vergleicht man nun hiermit die Temperaturen und Niederschlagsmengen vor und während der Vegetationsperioden in den beiden Jahren, so fällt sofort auf, daß 1928 auf einen strengen Winter ein trockenes Frühjahr folgte, während 1927 das Gegenteil der Fall war. In Berlin-Dahlem hatten wir von Januar bis August einschließlich

im Jahre 1927	503 mm	Regenhöhe
„ „ 1928	302 mm	„

Die am Morgen gemessenen Temperaturen lagen im Winter 1926/27 nicht so tief und zeigten auch nicht so scharfe Kontraste wie im Winter 1927/28 oder im Winter 1928/29. Das Frühjahr 1929 steht hinsichtlich der „Säureschäden“ auch wieder unter dem Einfluß eines strengen Winters und einer darauf folgenden noch anhaltenden Trockenperiode.

Man kann sich sehr gut vorstellen, daß infolge zu geringer Niederschlagsmengen im Frühjahr die im Winter durch Verwitterung entstandenen Salze nicht genügend ausgewaschen wurden und nun auf die Pflanzen ihre toxische Wirkung ausüben. Aus der Praxis ist ja auch bekannt, daß saure Böden nach einem ergiebigen Regenfalle eine geringere Azidität aufweisen.

Es ist aber nicht die Wasserstoffionenkonzentration als solche, die die typischen Schäden verursacht, sondern es muß irgend etwas anderes sein, dessen Konzentration in der Bodenlösung durch den Säuregrad beeinflußt wird. Zu dieser Überzeugung kommt man schon, wenn man mit Hafer oder Gerste bewachsene Aziditätsfelder an verschiedenen Orten aufmerksam betrachtet. Das äußere Bild der Vergiftung der Pflanzen kann an verschiedenen Stellen mit gleichem p_h ganz verschieden sein. Ich hatte Pfingsten 1928 Gelegenheit, auf einer Reise durch Pommern und Westpreußen viele „säurekranke“ Felder zu beobachten und die an den Pflanzen vorhandenen Krankheitserscheinungen miteinander zu vergleichen.

Auffallend ist, daß man saure Stellen vorwiegend in Bodensenken antrifft. An einem schwach geneigten Acker, der ungefähr folgenden welligen Querschnitt zeigte (Abb. 1), war die Gerste

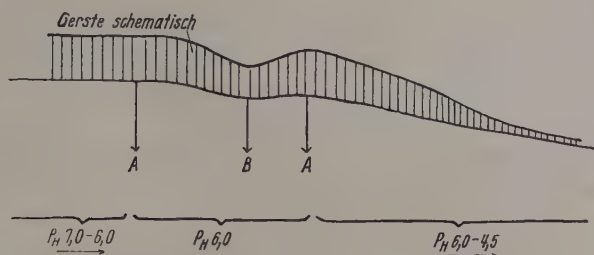


Abb. 1.

bei A völlig gesund, während sie bei B kleiner war und die ersten schwachen für saure Böden typischen Verfärbungen aufwies. Ungeachtet dessen war die Reaktion bei B dieselbe wie bei A, nämlich $p_H 6,0$.

An einer anderen Stelle war die Gerste ziemlich stark geschädigt, obwohl vor der Saat gekalkt worden war. Die Blätter dieser Gerste waren aber nicht wie sonst bräunlich verfärbt, sondern weißlich-gelb, besonders an den Blattspitzen. Wie ich aus später noch darzulegenden Gründen annehmen muß, hat es sich dabei wahrscheinlich um eine typische Zinkvergiftung gehandelt ohne die Mitwirkung von Mangan.

Auf noch anderen Gerstensschlägen bemerkte ich an den sauren Stellen nur braune, nekrotische Flecken auf den Blättern. Aus ebenfalls noch näher darzulegenden Gründen hat es sich hier um die Wirkung von Mangan ohne Zink gehandelt.

Die am meisten wiederkehrende Färbung der durch „Säure“ hervorgerufenen Nekrosen an Gerstenblättern ist braun-gelb. Wahrscheinlich ist das die gemeinsame Giftwirkung mehrerer Schwermetalle, und zwar in der Hauptsache von Mangan und Zink und daneben vielleicht auch noch von anderen Elementen.

Es ist schon verschiedentlich die Vermutung ausgesprochen worden, daß die Pflanzen nicht in erster Linie von der Bodensäure an sich geschädigt werden. Das geht schon daraus hervor, daß verschiedene Böden von gleichem p_H ganz verschieden stark toxisch wirken können. Es gibt sogar saure Böden, auf denen

nicht die geringsten Säureschäden auftreten, während z. B. der märkische Sandboden in den Jahren 1928 und 1929 selbst an neutral bis alkalisch reagierenden Stellen bräunliche Nekrosen an Gerstenblättern und zahlreiche hellgelbe Flecken an Weizenblättern hervorrief, die, wie ich noch zeigen werde, wahrscheinlich von Mangan verursacht wurden. Saurer Dahlemboden hat 1928 sogar den verhältnismäßig „säureresistenten“ Roggen geschädigt.

Bei Wasserkulturen beobachtete ich ebenfalls keine durch Säure hervorgerufene Verfärbungen.

Versuch 1.

Die beiden Teile der Nährlösung, bestehend aus:

I.	II.
destilliertes Wasser . 500	destilliertes Wasser . 500
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 1	K_2HPO_4 0,25
NaCl 0,1	K_2SO_4 0,15
MgSO_4 0,25	

wurden mit ein paar Tropfen Ammonsulfid versetzt und 24 Stunden stehen gelassen. Dann wurden sie mit etwas Kohle filtriert durch ein „quantitatives“ Filter und einen mit Salzsäure und destilliertem Wasser gereinigten Trichter aus Jenaer 20-Glas in ebenso gereinigte Stehkolben aus demselben Glas. Die Filtrate wurden dann unter Vermeidung einer neuen Verunreinigung gemischt und in die Kulturschalen verteilt. Diese bestanden auch aus Jenaer 20-Glas und faßten ungefähr 300 ccm. In ihnen stand ein ebenso wie die Schalen mit Salzsäure und destilliertem Wasser gereinigter Dreifuß aus demselben Glas, der ein gehärtetes „quantitatives“ Filter trug.

Die Nährlösung in der einen Schale blieb unbehandelt (A), eine zweite wurde mit Salzsäuregas bis zur schwach sauren Reaktion auf Lackmus angesäuert (S-) und eine dritte wurde nach der Ansäuerung noch mit einer Mischung von Mangan-Zink- und Aluminiumsalzen bis zur Konzentration von 0,01% Mangansulfat, 0,01% Zinksulfat und 0,01% Aluminiumsulfat versetzt (S+). Die hydrolytisch abgespaltene Säure in diesem Salzgemisch war vorher mit Natronlauge neutralisiert worden. Jede Schale bekam dann noch 0,01% Ferrosulfat. Dann wurden auf die Filter, an die die Lösung gerade heranreichte, jeweils vier vorgekeimte Gerstenkörner ausgelegt. Die Schalen wurden mit einem ebenfalls peinlichst gesäuberten Glasdeckel so abgedeckt, daß genügend Luft zirkulieren konnte. Sobald die Pflanzen den Deckel berührten, wurde dieser durch ein durchlohtes „quantitatives“ Filter ersetzt.

Nach 17 Tagen wurde der Versuch abgebrochen, nachdem die Pflanzen drei Blätter gebildet hatten.

Lösung	p _H am Ende des Versuches	Sproß- länge cm	Wurzel- länge cm	Aussehen der Pflanzen
A	5,3	28	5	gesund, nur die Wurzeln auffällig klein
S —	2,6	18	bis 1	keine Verfärbung
S +	3,5	20	1—2	typische Verfärbung

Also nur die Pflanzen, die in der sauren Lösung mit den Metallionen Mangan, Zink und Aluminium gewachsen waren, zeigten die typischen oder nahezu typischen braun-gelben Flecken an den Blättern, besonders an den Blattspitzen. Bei stärkerer Vergiftung sterben dann die Blätter allmählich von der Spitze her ab.

Außerdem ist aber an dem Versuch noch besonders bemerkenswert, daß die Gerste auch in der Lösung A nicht ganz normal gewachsen war. Die Wurzeln hatten bei weitem nicht die Länge, die sie sonst in Nährlösungen erreichen. Worauf das beruht, werden wir aus dem folgenden Versuch sehen, der uns außerdem die Hervorrufung der braunen Verfärbungen an den Gerstenblättern in sauren Medien durch Mangan und Zink bestätigt. Ich vermutete, daß die Hauptwirkung dem Zink zukomme, mußte jedoch sehen, daß das Mangan an den „Säureschäden“ meistens stärker beteiligt ist als das Zink.

Versuch 2.

Nährlösung und Kulturbedingungen wie beim vorigen Versuch. Der zum größten Teil in der oben beschriebenen Weise gereinigten Lösung wurden teils verschiedene Mengen Zinksulfat und teils auch 0,001% Kupfer als Kupfersulfat und 0,01% Mangan als Mangansulfat oder Asche zugesetzt. Diese Asche wurde wie folgt hergestellt: In Ermangelung von Gerstenstroh wurde Roggenstroh mit Gerstenkörnern in einer Quarzschale verascht, die Asche mit verdünnter Schwefelsäure aufgenommen, filtriert und mit Natronlauge neutralisiert. Davon wurde den Nährlösungen eine gewisse Menge zugesetzt.

Jede Schale wurde mit zehn Gerstenkörnern bepflanzt. Die Lösungen wurden erneuert, wenn die Schalen nur noch wenig davon enthielten. Die Pflanzen mit Zink, Kupfer und Mangan und die mit Zink und Asche wurden nach 21 Tagen, die anderen zum Teil nach 21 und zum Teil erst nach 32 Tagen geerntet. Alles weitere geht aus den Tabellen hervor.

% Zn	Geerntet nach Tagen	p _H am Ende des Versuchs	Sproßlänge cm	Wurzellänge cm	Aussehen der Pflanzen
Kontrolle ungereinigt ohne Zn	32	6,8	43, 43, 36, 39, 41, 41, 42, 39, 31, 42	11, 11, 9, 10, 9, 15, 12, 11, 11, 13	4-5 Blätter, normal grün (einige Körner mußten nachgelegt werden).
0	32	6,7	44, 47, 47, 41, 42, 45, 46, 46, 42, 40	12, 15, 15, 12, 14, 10, 13, 13, 9, 16	4-5 Blätter, Beginn der Bestockung, grün, Wurzeln normal.
0,00002	32	6,7	40, 42, 38, 40, 45, 40, 45, 41, 39, 40	11, 11, 7, 8, 12, 10, 11, 9, 3, 12	Wie bei 0% Zn.
0,0001	32	6,8	38, 42, 44, 45, 42, 39, 38, 38, 37, 40	10, 10, 12, 9, 9, 10, 10, 10, 11, 10	Desgl.
0,001	32	6,8	40, 41, 40, 39, 41, 39, 43, 42, 37, 39	9, 9, 9, 9, 11, 7, 8, 8, 7, 10	Ältere Blätter mit hell weiß-gelben Flecken.
0,01	21	5,9	31 30, 28, 28, 29, 20, 28, 30, 28, 25	8, 8, 8, 6, 6, 7, 7, 9, 7, 9	Blätter im ganzen gelblich chlorotisch mit bräun- lich-gelben Flecken
0,05	21	4,8	11, 18, 4, 16, 13, 10, 14, 13, 5	1, 2, 0, 2, 2, 5, 2, 2, 0	2-3 Blätter, hellgelb gesprenkelt, von der Spitze her absterbend.
0,1	21	4,8	durchschn. 6	durchschn. 0,5	Blätter nicht entwickelt, Sproß gelblich chlo- rotisch.

% Zn	Zusatz	Geerntet nach Tagen	pH am Ende des Versuchs	Sproßlänge cm	Wurzellänge cm	Aussehen der Pflanzen
0,001	0,001 % Cu 0,01 % Mn	21	6,3	23, 18, 20, 26, 25, 22, 19, 24, 23	7, 6, 8, 6, 5, 5, 6, 8, 7	Wurzeln braun, Seitenwurzeln kurz, Blätter schmal und braun gesprenkelt, 1 von Spitze her absterbend.
0,001	Asche	21	6,5	24, 27, 20, 24, 24, 22, 25, 29, 17, 24	12, 12, 11, 12, 18, 11, 11, 10, 8, 13	Ohne Schädigung, Filter durch Zellulose- bakterien zerstört.
0,01	0,001 % Cu 0,01 % Mn	21	5,4	17, 23, 20, 13, 19, 21, 22, 16, 14, 21	3, 5, 5, 2, 4, 7, 2, 2, 3, 2	Wurzeln braun, gekrümmt, wenig Wurzel- haare, Blätter hellgelblich, braun ge- sprenkelt.
0,01	Asche	21	?	21, 24, 26, 18, 23, 16, 18, 23, 26, 25	8, 9, 12, 8, 8, 9, 11, 8, 12, 11	Wurzeln normal, Blattspitzen mit wenig hellgelben Flecken. Zelu- losebakterien!
0,1	0,001 % Cu 0,01 % Mn	21	4,7	4, 4, 4, 1, 1, 6, 6, 6, 6, 3	1—2	Blätter nicht entfaltet, gelblich-grün, mit braunen Punkten.
0,1	Asche	21	5,1	6, 6, 6, 1, 6, 8, 9, 9, 2, 2	1—2	Sproß gelblich-grün, nicht entfaltet, keine braunen Punkte. Zellulose- bakterien!

Aus dem Versuch ist zweierlei zu ersehen:

1. die schädigende Wirkung von Zink sowohl als von der Mischung Mangan + Kupfer und
2. die fördernde Wirkung der Asche (die auch eine nicht uninteressante Begleiterscheinung hatte).

Was das Zink anbetrifft, so sind die ersten Anzeichen einer Schädigung bei der Konzentration 0,001 % Zink zu sehen, obwohl die Lösung hier noch neutral reagierte. Mit steigender Zinkkonzentration nehmen die Schäden dann stark zu. Gleichzeitig damit ist aber auch die Wasserstoffionen-Konzentration gestiegen. Trotzdem liegt auch hier in erster Linie, wie ich noch zeigen werde, eine Zinkvergiftung vor, die bei Gerste am Sproß gekennzeichnet ist durch eine Wachstumshemmung und das Auftreten von gelbweißen Flecken auf den Blättern. Bei sehr starken Dosen wird das ganze Wachstum mehr oder weniger sistiert. An den Wurzeln ist die Schädigung auch besonders typisch. Die Haupt- und Seitenwurzeln bleiben kurz bis gedrunken, und es werden nur wenig oder gar keine Wurzelhaare ausgebildet.

Das Mangan ruft dagegen ganz andere Wirkungen hervor (das Kupfer ist hierfür, wie noch bewiesen wird, nicht verantwortlich zu machen). Das Wachstum des Sprosses wird kaum beeinträchtigt. Nur treten auf den Blättern statt der weißgelben von Zink verursachten Flecken solche von brauner Färbung auf. Bei sehr starken Dosen kann dann auch ein völliges Absterben der Blätter und schließlich der ganzen Pflanze eintreten. Wurzelhaare werden gebildet, die Wurzel selbst aber ist im Längenwachstum gehemmt und stark braun gefärbt.

Vereinigt man nun die Wirkung des Zinks mit der des Mangans, so erhält man fast genau das Bild, wie es einem auf sauren Feldern der norddeutschen Sandböden entgegentritt¹⁾. Im Versuch 2 ist dieser Fall ungefähr eingetreten bei 0,01 % Zink und 0,01 % Mangan. Dann sind die Blätter der Gerste gelblich und braun gefleckt, die Blattspitzen gelbbraun und die Wurzeln sind kurz, braun und fast frei von Wurzelhaaren. Genau so sehen die Wurzeln von einer Gerstenpflanze aus, die man aus saurem norddeutschen Mineralboden ausschlämmt. Die Blätter solcher Gerste haben aber

¹⁾ Sehr gute farbige Abbildungen von „säurekranken“ Pflanzen finden sich bei Krüger und Wimmer (48) und bei Merkenschlager (7).

mitunter größere und einzelner liegende braune Flecken als diejenigen von mit Mangan und Zink vergifteten Pflanzen. Vielleicht beruht das auf der Mangan- und Zink-Konzentration oder auf der Mitwirkung von noch anderen Elementen des Bodens. Im Falle der Versuche 1 und 2 war das Bild nahezu typisch. Später habe ich das Kupfer und Aluminium fortgelassen, dann waren die Blätter mehr braun gesprenkelt als gefleckt. Man muß dabei bedenken, daß ich mit Mangan und Zink noch nicht alle Faktoren der „Säureschädigung“ erfaßt habe, wiewohl mir diese beiden Schwermetalle gemäß ihrer heftigen und nahezu typischen Wirkung als die wichtigsten erscheinen.

Die schädliche Wirkung von Zink auf höhere grüne Pflanzen ist bekannt. Linstow (8) führt auch an, daß Zink chlorotische Erscheinungen an grünen Pflanzen hervorruft. Raulin und Javillier ¹⁾, die zuerst auf die physiologische Bedeutung des Zinks aufmerksam machten, schlossen aus der Notwendigkeit für *Aspergillus* auch auf eine Notwendigkeit dieses Metalls für höhere Pflanzen. In der Tat hat es neuerdings Sommer (12, 13) glaubwürdig gemacht, daß Zink für höhere Pflanzen ebenfalls notwendig ist. Wie ist das mit meinen Befunden zu vereinbaren? Ich habe eine Wirkung niedriger Zink-Konzentrationen überhaupt nicht festgestellt. Ich habe nur eine Giftwirkung wahrgenommen, die in der von mir verwendeten Nährlösung ungefähr bei 10 mg Zink pro Liter beginnt. Genau dasselbe gilt für Mangan. Mangan wird heute schon von mehreren Autoren ²⁾ als für höhere Pflanzen notwendig erachtet. Rippel (49) hat andererseits eine durch Mangan verursachte Chlorose beobachtet. Gilbert und Mc Lean stellten dagegen fest, daß Spinat auf Kalkböden deshalb chlorotisch wurde, weil es ihm hier an genügenden Mengen Mangan fehlte. Trotzdem glaube ich, daß sich meine Befunde und diejenigen Rippels sehr gut mit denjenigen der amerikanischen Forscher vereinbaren lassen. Dieser scheinbare Gegensatz ist nur ein Beweis für meine Behauptung, daß diese Elemente als Katalysatoren mit enorm hohem Wirkungsfaktor anzusehen sind. Der Unterschied zwischen den Ergebnissen meiner und der amerikanischen Versuche liegt in der Konzentration des Zinks bzw. des Mangans begründet. Ich habe nämlich die Samen nicht von den jungen Keimlingen entfernt und

¹⁾ Literatur bei Bortels (19).

²⁾ Literatur bei Bortels (19) und (15, 16, 17, 18).

die Pflanzen außerdem wegen der dabei auftretenden technischen Schwierigkeiten nicht auswachsen und ausreifen lassen. Infolgedessen ist anzunehmen, daß der Gehalt der Samen an Zink und Mangan für die Produktion verhältnismäßig geringer Mengen neuer lebender Substanz genügt haben. Außerdem muß auch hier wieder darauf hingewiesen werden, daß es nicht gleichgültig ist, mit welcher Pflanze man arbeitet. Bei Versuchen von Sommer wirkte z. B. das Zink am stärksten fördernd auf den „säureliebenden“ Buchweizen.

Hinsichtlich des Zinks möchte ich auch noch auf die Arbeit von Gračanin (50) hinweisen, der festgestellt hat, daß das Wachstum von Sproß und Wurzel durch niedrige Zink-Konzentrationen im Dunkeln gefördert, im Licht dagegen nur gehemmt wird. Da das Zink auch für das Wachstum von Pilzen notwendig ist, könnte man daraus folgern, daß dieses Metall allgemein ein notwendiger Katalysator bei der heterotrophen Ernährung ist. Auch der junge Keimling grüner Pflanzen und alle nicht grünen Teile derselben leben heterotroph, und bei Tieren und Menschen kommen in den verschiedenen Organen auch ganz bestimmte Mengen von Zink regelmäßig vor¹⁾.

Zink wirkt nur in saurer Lösung, weil Zinkkarbonat unlöslich ist. Andererseits dauert es aber bei gewöhnlicher Temperatur ziemlich lange, bis die Umsetzung des Zinksulfats mit Kalziumkarbonat restlos erfolgt, also alles Zink ausgefällt ist. Mangan verhält sich anders. Mangankarbonat ist etwas löslich, besonders in kohlensäurehaltigem Wasser. Dem entsprechen auch die Schäden am Getreide bei künstlicher Kultur in Nährlösung sowohl als auch im freien Feld. Die großen Konzentrationen von Mangan machten sich z. B. im Jahre 1929 und auch jetzt wieder im Frühjahr 1929 sogar auf neutral bis alkalisch reagierenden Böden der Mark an Gerste und Weizen bemerkbar. Die Gerste bekam an den Blättern braune Flecken, und der Weizen zeigte eine teilweise sogar sehr stark auftretende Art fleckiger Chlorose. An den jungen Weizenblättern findet man zahlreiche kleinere hell weiß-gelbe und an den älteren Blättern größere hellgelbe bis braune Flecken. Ein solches Weizenfeld macht aus der Ferne einen chlorotischen Eindruck. Eine Zinkwirkung konnte ich aber auf diesen Böden niemals beobachten. Andererseits machte ich schon auf den Fall in West-

¹⁾ Literatur bei Bortels (19).

preußen aufmerksam, wo eine Kalkung des sauren Bodens vor Aussaat der Gerste den Einfluß des Zinks noch nicht hatte beseitigen können. Die jungen Pflanzen hatten weißgelbe Flecken und absterbende Blattspitzen. Dann ist auch bekannt, daß der Kartoffelschorf nicht auf frisch gekalktem Boden auftritt. Auf Grund meiner Versuche muß ich auch hierin die Wirkung des Zinks erblicken, das erst allmählich ausgefällt wird und dann erst dem *Actinomyces chromogenes* ein Wachstum ermöglicht. Vielleicht handelt es sich hier um eine doppelte Wirkung, so nämlich, daß im schwach sauren Boden *Actinomyces* unter anderem durch Zink abgetötet und andererseits die Kartoffel durch diese sich hier in Lösung befindenden Zinkmengen noch gefördert wird. Der Beweis für diese Annahme steht jedoch noch aus.

Ehe ich betreffs Mangan und Zink weitere Versuche bringe, möchte ich noch kurz auf die Wirkung der Getreideasche eingehen. Die Förderung des Wurzelwachstums geht aus den Daten der beiden letzten Tabellen hervor. Ich sehe mich auf Grund dieser und noch folgender Zahlen zu der Annahme gezwungen, daß für das Wurzelwachstum der Gerste ein Element notwendig ist, das ein unlösliches Sulfid bildet. Also handelt es sich wahrscheinlich um ein Schwermetall. Eisen, Kupfer, Zink und Mangan kommen aber nicht in Frage. Es wird sicherlich durch Ausführung entsprechender Versuche möglich sein, festzustellen, welches Schwermetall hier als Biokatalysator wirkt.

Bemerkenswert ist auch die Begleiterscheinung, die die Asche hervorgerufen hatte. Das Filtrierpapier in den Schalen mit Asche — aber auch nur in diesen! — färbte sich nach einiger Zeit gelb und zerfiel dann völlig. Die mikroskopische Untersuchung ergab nahezu eine Reinkultur von dem eigenartigen, Zellulose zersetzenden Mikroorganismus, der *Spirochaeta cytophaga* genannt wird. Dieser braucht also offenbar zu seinem Wachstum auch ein Schwermetall, vielleicht dasselbe, das die Wurzeln der Gerste zu ihrem Wachstum benötigen. Diese wenigen kurz gestreiften Beobachtungen, die man übrigens auch mit anderen Organismen sehr häufig machen kann, werfen ein Licht auf das Vorkommen und die Bedeutung verschiedener Biokatalysatoren.

Die folgenden drei Versuche liefern noch mehr Belege für die hier geschilderte Rolle von Mangan und Zink bei der Schädigung der Gerste durch Bodensäure und für die Förderung des Längenwachstums der Gerstenwurzeln durch Getreideasche.

Versuch 3.

Junge Gerstenkeimlinge wurden in zwei größere Schalen mit der ungereinigten Nährlösung von Versuch 1 eingesetzt, deren p_h durch eine hohe Gabe von Ferrosulfat auf 3,9 gesunken war. Trotzdem traten nicht die typischen „Aziditäts-schäden“ auf. Die Wurzeln blieben nur etwas im Wachstum zurück und färbten sich, wahrscheinlich infolge Kutinisierung, gelblich braun. Dann gab ich in die eine Schale etwas einer neutralisierten Mischung von Mangansulfat und Zinksulfat. Nach einigen Tagen war die Gerste in dieser Schale typisch „aziditätskrank“: Braune Flecken auf den Blättern mit weißgelben Spitzen und kurze, schmutzig braune Wurzeln. Die Pflanzen der anderen Schale hatten sich erholt und neue weiße Wurzeln gebildet. Die p_h -Werte lagen nach Versuchsschluß in beiden Lösungen ungefähr bei 6,5.

Daß in sauren Böden die typische sichtbare Wirkung auf Gerste nicht durch Aluminium oder Kupfer ausgelöst wird, geht aus folgendem hervor:

Versuch 4.

Versuchsbedingungen wie bei Versuch 1. Die Nährlösung ohne Schwefelammon- und Kohle-Behandlung. In jeder Schale vier Gerstenkörner. Sämtliche Metalle wurden als Sulfate gegeben. Nach 7 Tagen zeigten sich die ersten Schädigungen. Nach 14 Tagen wurde der Versuch abgebrochen, Alles weitere ist aus der Tabelle ersichtlich.

Nährlösung	p_h am Ende des Versuchs	Zahl der Blätter	Sproß- länge cm	Wurzel- länge cm	Aussehen der Pflanzen
ohne Zusatz	6,8	3	25—28 25—26	8—16 7—13	Keine Schäden
mit 0,5% Mn	5,3	3	18—22 20—24	3—4 3—4	Blätter schmal, braun gefleckt, ältere von oben her absterbend. Wurzeln dunkelbraun
mit 0,5% Zn	4,9	3	5—15 6—11	bis 2 „ 2,5	Blätter mit weißgelben Flecken, von oben her absterbend
mit 0,01% Cu	6,3	3	23—26 16—25	4—5 3—4	Keine Verfärbungen
mit 0,1% Al	4,4	3	21—28 21—26	2 4—5	Wurzeln schwach gelb- braun
mit Asche von 5 g Roggenstroh	6,9	3	26—28 25—28	8—16 15—16	Keine Schäden

Außer einer Hemmung des Längenwachstums und einer schwach gelbbraunen Färbung der Wurzeln durch Aluminiumsulfat hatten also Kupfer und Aluminium keine sichtbare Schädigung der Gerste bewirkt. Die typischen Verfärbungen der Blätter und Wurzeln waren nur bei Zink und Mangan aufgetreten. Die p_h -Werte entsprechen nicht der Schädigung. Aluminium wird von sehr vielen Autoren als die Ursache für Säureschäden angesehen. Auf die vielen diesbezüglichen Arbeiten kann ich hier nicht eingehen. Bohlmann (51) hat aber schon darauf aufmerksam gemacht, daß man bei Versuchen mit Aluminiumsalzen die sehr großen Säuremengen, die diese Salze infolge ihrer großen Pufferkapazität hydrolytisch zu bilden vermögen, berücksichtigen muß. Aluminium und Kupfer kommen also für eine direkte äußerlich sichtbare Wirkung bei den Säureschäden an der Gerste kaum in Betracht.

Versuch 5.

Dieselben Versuchsbedingungen wie in Versuch 1, die Nährlösung mit Ammoniumsulfid und Kohle gereinigt. Ein Teil (A) derselben bekam 140 mg Mohrsches Salz und ein anderer Teil (S) 280 mg Mohrsches Salz je l. Lösung A wurde z. T mit 0,01 % Mangan als Mangansulfat und 0,01 % Zink als Zinksulfat versetzt. Beide Lösungen A und S erhielten z. T. ein paar ccm eines wässerigen Extraktes von saurem märkischen Boden und z. T. Asche von Gerste (Stroh + Körner). Die Kontrolllösung hatte dieselbe Zusammensetzung wie die Lösung A, war aber nicht mit Sulfid und Kohle behandelt.

Vor Beginn des Versuchs war die Reaktion

der Lösung A	p_h 6,0,
„ „ S	p_h 4,4,
„ „ A + Mn + Zn . . .	p_h 5,1.

In jede Schale wurden vier vorgekeimte Gerstenkörner ausgelegt.

Schon nach 3 Tagen sah man bei den Manganpflanzen am ersten Blatt braune Punkte. Nach 7 Tagen erschienen die Zinkpflanzen weißgelb-fleckig panaschiert. Nach 10 Tagen blieben die Zinkpflanzen im Wachstum zurück und diejenigen mit dem Erdextrakt zeigten an einigen Blättern braune Flecken. Nach 15 Tagen wurde der Versuch abgebrochen (siehe Tabelle S. 320).

Im Erdextrakt hat vornehmlich das Mangan gewirkt. Besonders typisch ist auch bei diesem Versuch wieder die Färbung, die die Kombination Mangan + Zink an den Blättern hervorgerufen hat. Der Einfluß der Asche tritt ebenfalls sehr deutlich hervor, und bemerkenswert ist das Verhalten der Wurzelhaare in den verschiedenen Lösungen.

Tabelle zu Versuch 5.

Art der Nährlösung	Ph am Ende des Versuchs	Sproßlänge cm	Wurzellänge cm	Bemerkungen über Wurzelhaare
Kontrolle A . .	6,4	26, 32, 30, 30	18, 22, 22, 19	normal
Kontrolle S . .	5,3	36, 33	21, 22	weniger als bei Kontrolle A
A	6,3	30, 26, 30, 31	13, 11, 9, 10	sehr dicht stehend
S	5,1	30, 28, 25, 23	10, 6, 10, 7	sehr kurz, dicht und wie zu einem Mantel verquollen
A + Asche . .	6,7	30, 31, 30, 33	20, 21, 21, 25	normal
S + Asche . .	5,8	31, 30, 30, 30	11, 11, 13, 16	weniger als bei A + Asche
A + Erdextrakt	6,7	30, 30, 31, 32	17, 19, 22, 13	braun und etwas weniger als bei Kontrolle A
S + Erdextrakt	6,0	35, 32, 29, 30	20, 20, 23, 20	braun und etwas weniger als bei Kontrolle A
A + Mn . . .	5,2	32, 31, 32	10, 6, 11	sehr dicht, braun
A + Zn . . .	4,6	22, 22, 13, 17	5, 4, 5, 4	keine Haare
A + Mn + Zn .	4,8	22, 21, 23, 22	7, 6, 8, 9	braune Wurzeln z. T. mit vielen verquollenen Haaren und z. T. kahl

Es fragte sich nun, ob das Mangan und das Zink, die bei den Säureschäden an der Gerste zweifellos eine hervorragende Rolle spielen, auch für die Schäden an anderen Getreidearten von gleich großer Bedeutung sind. Diese Frage habe ich am Hafer in Wasserkultur und in Erde untersucht, am Roggen und Weizen nur in Erde (7. Versuch). Auf Grund dieser Versuche muß ich annehmen, daß Mangan und Zink gemeinsam wenigstens beim Hafer und Roggen typische „Säureschäden“ hervorrufen, genau so wie sie auf vielen sauren märkischen Böden auftreten. Im sauren Freiland sowohl als in Wasserkultur unter dem Einfluß von Mangan und Zink tritt beim Hafer eine Hemmung des Wachstums von Sproß und Wurzel ein, und die Blätter färben sich meistens am Blattspitzenrand und am unteren Teil der Mittelrippe braunrot. Jedoch fällt offenbar der Hauptanteil an dieser Schädigung auch hier wieder dem Mangan zu und nicht dem Zink.

Versuch 6.

Kultur von je vier Gerstenkeimlingen oder vier Haferkeimlingen in der mehrfach erwähnten Nährlösung in 600 ccm fassenden geschwärzten Glaszylindern mit durchbohrten Korkdeckeln. Die Lösungen z. T. mit

0,1 % Zn als ZnSO_4 , 0,1 % Mn „ MnSO_4 ,

0,05 % Zn „ „ „ , 0,05 % Mn „ „ „ „ .

Sämtliche Lösungen wurden mit Natronlauge reichlich neutral gemacht. Nach 11 Tagen wurde die Gerste und nach 30 Tagen der Hafer geerntet.

I. Gerste, geerntet nach 11 Tagen.

Nährlösung	p_h am Ende des Versuchs	Sproßlänge cm	Wurzellänge cm
ohne Zusatz	7,3	20, 23, 22	12, 11, 12
mit 0,05 % Mn	6,4	20, 20, 18	9, 8, 7
mit 0,05 % Zn	7,2	19, 21, 20	14, 11, 12
mit 0,05 % Mn und 0,05 % Zn	7,1	17, 20, 18, 20	10, 8, 8, 10
mit 0,1 % Mn	6,7	17, 15, 18, 17	9, 6, 8, 4
mit 0,1 % Zn	7,2	16, 18, 21, 19	10, 9, 11, 11
mit 0,1 % Mn und 0,1 % Zn .	7,2	15, 17, 12, 16	9, 7, 9, 9

II. Hafer, geerntet nach 30 Tagen.

Nährlösung	p_h am Ende des Versuchs	Sproßlänge cm	Wurzellänge cm
ohne Zusatz	7,9	43, 48, 45, 46	28, 27, 24, 32
mit 0,05 % Mn	7,1	24, 22, 24, 24	11, 13, 14, 18
mit 0,05 % Zn	7,4	14, 15, 13, 16	13, 11, 11, 12
mit 0,05 % Mn und 0,05 % Zn	7,4	12, 16, 19, 15	9, 15, 11, 11
mit 0,1 % Mn	6,9	13, 11, .	10, 11, 12, 11
		abgestorben	
mit 0,1 % Zn	7,2	abgestorben	abgestorben
mit 0,1 % Mn und 0,1 % Zn .	7,2	abgestorben	abgestorben

Bei der neutralen bis alkalischen Reaktion der Lösungen des Gerstenversuchs ist vornehmlich das Mangan zur Wirkung gekommen, und zwar bei der verwendeten großen Menge dermaßen stark, daß die ganzen Pflanzen später zugrunde gingen. Die typischen Manganschäden waren nur in der allerersten Zeit zu sehen. Vom Zink, das zum größten Teil als Zinkkarbonat ausgefallen war, konnte nur verhältnismäßig wenig zur Wirkung gelangen. Bei der Kombination Zink + Mangan überwog bei weitem die Manganwirkung.

Die Haferpflanzen sind nicht so schnell abgestorben wie die Gerstenpflanzen, was einer geringeren Empfindlichkeit gegen „Boden-

säure“ entspricht. Die höheren Konzentrationen haben aber auch schließlich beim Hafer zum Absterben geführt. Die durch Mangan und Mangan + Zink hervorgerufenen Schädigungen waren jedoch anfänglich so typisch für „säurekranke“ Pflanzen, daß man durch Mangan und Zink geschädigten Hafer nicht von solchem, der auf einem sauren märkischen Boden gewachsen war, unterscheiden konnte. Allerdings tritt beim Hafer und weniger deutlich auch bei anderen Getreidearten auf gewissen sauren Böden auch noch eine andere Art der Schädigung auf, die sogenannte „Marmorierung“ der Blätter. Die Ursache für diese Krankheitserscheinung habe ich bis jetzt noch nicht ermitteln können. Sie beruht aber auch nicht auf einer unmittelbaren Wirkung der Wasserstoffionen und ebenfalls nicht auf einer solchen von Mangan, Zink, Kupfer oder Aluminium. Allgemein wird sie als Anfangsstadium der Säureschädigung angesehen, und Merckenschlager bezeichnet sie sehr treffend als „Chlorophyllkumulation“. Zink und besonders Mangan waren damit also als zwei sehr wichtige Faktoren der auf Getreide giftig wirkenden „Bodensäure“ erkannt. Es mußte nur noch gezeigt werden, daß diese beiden Elemente nicht nur in Nährlösung, sondern auch in Erde ihre typische Wirkung ausübten.

Versuch 7.

Die Wirkung von Mangan und Zink auf Gerste, Weizen, Hafer und Roggen wurde in sechs verschiedenen Böden untersucht (siehe Tabelle S. 323).

Als Kulturgefäße dienten Töpfe aus gebranntem und glasiertem Ton. Jedes Gefäß enthielt unten eine Kiesschicht, in die zwei Lüftungsröhren aus Glas hineinragten. Dann wurde mit der Bodenmischung bis nahe unter den Rand des Gefäßes gefüllt und mit 500 g Sand abgedeckt. Die Bodenmischung bestand aus:

2,2 kg Boden
0,58 g K_2SO_4
0,76 g $CaHPO_4$
0,367 g NH_4NO_3

Je zwei Gefäße wurden mit demselben Boden gefüllt, eins davon mit einem Zusatz von 5 g Mangansulfat und 2 g Zinksulfat auf 2,2 kg Erde. Mangan- und Zinksulfat wurden in Wasser gelöst und mit Natronlauge neutralisiert.

Jeder Boden wurde mit 60% seiner Wasserkapazität angefeuchtet und nach nebenstehendem Schema (Abb. 2) bepflanzt.

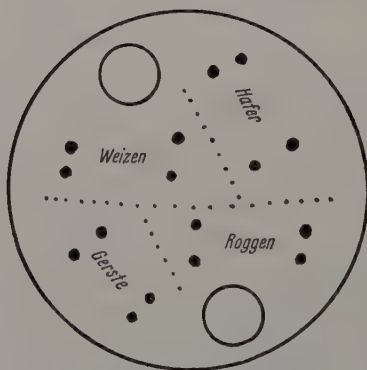


Abb. 2.

Charakteristik der Böden.

Boden-Nr.	Bodenart	Ph vor dem Versuch	Ph nach dem Versuch	Abschlembare Teile in % d. lufttr. Bodens < 0,01 mm	Wasser- kapazität in % des lufttr. Bodens
1 aus 0—20 cm Tiefe	schwach lehmiger Sand	7,9	7,8	11	22
			+ Mn + Zn 6,8		
1 aus 30 cm Tiefe	"	7,5	7,5	11	22
			+ Mn + Zn 7,0		
2 aus 0—20 cm Tiefe	"	4,8	4,9	11	22
			+ Mn + Zn 4,8		
2 aus 30 cm Tiefe	"	5,0	4,9	11	22
			+ Mn + Zn 4,9		
3	anmooriger Sand	5,1	5,0	9	42
			+ Mn + Zn 4,7		
4	schwerer Lehm	6,1	6,9	51	42
			+ Mn + Zn 6,7		
5	dunkler Lehm	4,9	4,8	35	28
			+ Mn + Zn 4,7		
6	schwerer Lehm	5,6	5,6	41	31
			+ Mn + Zn 5,5		

Von jeder Getreideart wurden vier Körner ausgelegt, jeweils zwei zusammen.
Die Gefäße wurden im Freiland eingegraben.

Versuchsdauer 25 Tage.

Das Ergebnis ist aus der folgenden Tabelle zu ersehen.

Nr. des Bodens	Färbung der	
	Gerste	Weizen
1 — aus 0—20 cm Tiefe	gesund	gesund
1 + Mn + Zn aus 0—20 cm Tiefe	br. Fl., abst. Sp.	w.-g. Fl.
1 — aus 30 cm Tiefe	gesund	etwas w.-g. Fl.
1 + Mn + Zn aus 30 cm Tiefe	br.-g. Fl., abst. Sp.	w.-g. bis br. Fl.
2 — aus 0—20 cm Tiefe	br. Fl., Marm.	Marm.
2 + Mn + Zn aus 0—20 cm Tiefe	viele kleinere br. Fl.	w.-g. bis br. Fl.
2 — aus 30 cm Tiefe	br. Fl. größer, etwas Marm.	etwas Marm.
2 + Mn + Zn aus 30 cm Tiefe	br. Fl., ältere Sp. abst.	an der Sp. hellbr. Fl.
3 —	gesund	gesund
3 + Mn + Zn	br. Fl., ältere Sp. abst.	w. g. Fl. u. wenig br. Fl.
4 —	gesund	gesund
4 + Mn + Zn	etwas br. Fl.	w. g. Fl.
5 —	etwas br. u. etwas g.-br. Fl.	etwas w.-g. Fl.
5 + Mn + Zn	br. Fl., ältere Sp. abst.	Bl. schmal, w.-g. u. g.-br. Fl.
6 —	gesund	gesund bis auf sehr wenig w.-g. Fl.
6 + Mn + Zn	br.-g. u. w.-g. Fl.	Bl. schmal, w.-g. u. g.-br. Fl.

br. = braun, g. = gelb, w. = weiß, r. = rot, Fl. = Flecken, Sp. = Blatt-

Beim Hafer waren die durch Mangan und Zink hervorgerufenen Schäden in fast allen Fällen nicht zu unterscheiden von denjenigen, die der Hafer auf vielen mineralischen Böden Norddeutschlands zeigt. Für die auftretende braunrote Verfärbung der Blätter genügt also bei dieser Pflanze die Annahme der Wirkung von Mangan und Zink allein. Dasselbe gilt für den Roggen. Genau die gleiche dunkelviolet-rote Färbung der ersten Blätter des durch

Blätter von		Sproß- länge cm	Wurzel- länge cm
Hafer	Roggen		
gesund	gesund	30—35	30—35
br.-r. an Sp.-Rand u. Mitte unten	ältere Bl. r.	25	20—25
etwas br.-r. Sp.	gesund	25—30	25
br.-r. Sp.	ältere Bl. r.	25	20—25
br. r. an Sp.-Rand u. Mitte unten, etwas Marm.	Marm. u. etwas r.	25	20—25
br.-r. u. g. an Sp.-Rand u. unten	r., abst. g. Sp.	15	5
hellbr. an Sp.-Rand u. unten	Marm. u. hell br. Fl.	20—25	20—25
Marm. u. größere helle Fl.	r. Sp., br. u. g.-br. Fl.	10—15	5
gesund	gesund	35	35
nur einzelne Sp. etwas br.	r. Sp.	30	15
gesund	gesund	25	20—25
gesund	1 Bl. etwas r.	25	25
sehr schöne Marm.	1 Blatt etwas r. Sp.	30	20
Marm., etwas br. Sp.	r., teils abst. Sp.	20	10
nur 1 Sp. etwas br.	gesund	25	20—25
br.-r. Sp.	einige r. Sp., g.-br. Fl.	20—25	10—15

spitzen, Marm. = Marmorierung, Bl. = Blätter, abst. = absterbend.

Mangan und Zink vergifteten Roggens zeigen auch die jungen Roggenpflanzen auf saurem märkischen Boden, während auf solchem mit neutraler Reaktion höchstens der unterste Stengelteil schwach rot gefärbt ist. Wahrscheinlich handelt es sich bei dieser Färbung um eine Anthocyanbildung. Ob hierfür das Zink oder das Mangan oder beide verantwortlich zu machen sind, kann noch nicht gesagt werden.

Durch „Bodensäure“ geschädigter Weizen zeigt die „Marmorierung“ und hell gelb-weiß bis gelb oder braun gefleckte Blätter, die bei stärkerer Vergiftung ganz absterben können. Die Pflanzen erleiden dann auch eine starke Wachstumshemmung. Die durch Mangan und Zink geschädigten Pflanzen verhielten sich ganz ähnlich. Die gleichen chlorotischen Verfärbungen der Blätter findet man beim Weizen, wie ich schon erwähnt habe, auch auf neutralem aber stark manganhaltigem Boden.

Bei der Gerste waren die Schäden, wie das schon früher betont wurde, nicht ganz typisch. Die braunen Flecken waren auch bei diesem Versuch kleiner und mehr über das Blatt verteilt als bei den Pflanzen auf saurem märkischen Boden, wo mitunter auch der Stengel schwach rötlich gefärbt ist.

Überall waren durch die Zusätze wie durch die Bodensäure selbst vor allem die Wurzeln im Wachstum behindert worden. Die Seitenwurzeln waren meist sehr kurz und die Wurzelhaare fehlten fast ganz.

Mit dem Versuch 7 ist also gezeigt worden, daß nicht jeder sauer reagierende Boden „Säureschäden“ hervorruft, daß man aber jedem Boden, ob sauer oder neutral reagierend, durch Zusatz genügender Mengen Mangan und Zink viele von den Eigenschaften geben kann, die im Hinblick auf die Pflanzenschädigung für mineralsaure Böden typisch sind. Diese wichtige Rolle einiger Schwermetalle muß dann aber auch in dem Gehalt der verschiedenen Böden an diesen Elementen zum Ausdruck kommen.

Bodenanalysen.

Sämtliche im Versuch 7 benützten Böden wurden auf Mangan- und teils auch auf Zink- und Kupfergehalt untersucht. Die Mangananalysen wurden wie folgt ausgeführt:

500 g Boden, gesiebt auf 2 mm, mit 100 ccm Königswasser 1 Stunde im Kjeldahlkolben kochen, durch Faltenfilter in Porzellanschalen filtrieren und mehrfach mit heißem Wasser waschen, bis das Filter nicht mehr gelb gefärbt ist. Eindampfen bis zur völligen Trockne und mit 50 ccm Salpetersäure aufnehmen. Auffüllen auf 300 ccm. Davon 20 ccm mit 5 ccm konzentrierter Salpetersäure aufkochen, Flamme wegnehmen und 0,5 bis 1 g Bleiperoxyd, gegebenenfalls noch mehr hinzufügen, bis das Schäumen aufhört. Dann ist ein vielleicht verbliebener Rest Salzsäure zerstört. Jetzt noch 2–3 Minuten kochen lassen. Durch ausgeglühten und mit Kaliumpermanganat gewaschenen Tiegel absaugen. Zwei- bis dreimal waschen und auf 100 ccm auffüllen. Im Kolorimeter mit der Testlösung nach Treadwell (52) vergleichen.

Testlösung: 0,072 g KMnO_4 in 500 ccm H_2O . 1 ccm davon enthält 0,05 mg Mn.

Berechnung nach der Gleichung: $h_1 : h_2 = c_2 : c_1$

h_1 = Schichthöhe der Testlösung,

h_2 = " " Bodenlösung,

c_1 = Mangan-Konzentration der Testlösung,

c_2 = " " Bodenlösung.

Die Zink- und Kupferanalyse wurde folgendermaßen durchgeführt: Ein aliquoter Teil der obigen Bodenaufschlüsse wird mit Ammoniak alkalisch gemacht und dann wieder mit Essigsäure angesäuert. In die heiße Lösung wird Schwefelwasserstoff eingeleitet, der Niederschlag durch Gooch-Tiegel filtriert und in Salzsäure und der verbleibende Rest in Salpetersäure gelöst. Das Zink in der salzsauren Lösung wird mit Soda gefällt, filtriert, gewaschen, geglüht und gewogen. Die salpetersaure Lösung wird mit Ammoniak alkalisch gemacht und mit einer Lösung von Kupfersulfat in Ammoniak kolorimetrisch verglichen. Die so erhaltenen Resultate machen keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit, sondern haben nur als Vergleichswerte zu gelten.

Bodenanalysen.

Boden Nr.	Ph	Krankheiten des Getreides	In 1 kg Boden		
			mg Mangan	mg Zink	mg Kupfer
1 aus 0—20 cm Tiefe	7,9	mitunter braune Flecken an Gerste	155		
1 aus 30 cm Tiefe	7,5	dasselbe	310		
2 aus 0—20 cm Tiefe	4,8	starke „Säure- schäden“	105	40—50	ca. 5
2 aus 30 cm Tiefe	5,0	dasselbe	75	40—50	ca. 5
3	5,1	Urbarmachungs- krankheit	42		
4	7,1	Dörrflecken an Hafer	0,075		
5	4,9	starke Marmorie- rung der Blätter von Hafer	33	0	ca. 8
6	5,6	schwache „Säure- schäden“	81		

Aus diesen Analysenzahlen geht hervor, daß der Mangangehalt der Böden allein für die „Säureschäden“ nicht verantwortlich gemacht werden kann. Man muß auch bedenken, daß hierfür nicht der Gesamtgehalt in Frage kommt, sondern nur der Teil, der sich in Lösung befindet bzw. durch die Ausscheidung der Wurzeln gelöst wird. Also muß man auch das p_h mit in Betracht ziehen und außerdem auch das Zink und sicherlich noch andere, größtenteils noch unbekannte Faktoren. Man denke da z. B. auch an die Veränderung der Karbonate und der Kohlensäurekonzentration durch das p_h . Eine gewisse Bestätigung der Theorie kann man aber daraus ableiten, daß der durch seine Säure am giftigsten wirkende Boden, nämlich der märkische Sand, auch bei weitem das meiste Mangan enthält und vielleicht auch das meiste Zink. Auf dem Boden mit der geringsten Manganmenge dagegen wird Hafer dörrfleckenkrank. Leider konnte ich den Boden 3 nicht mehr auf seinen Kupfer- und Zinkgehalt untersuchen.

Die Agrikulturchemie wird also nicht umhin können, bei der Untersuchung und Beurteilung von Böden auf ihren Gehalt an Stoffen, die als Biokatalysatoren fungieren können, mehr Rücksicht zu nehmen als bisher.

V. Schlußbetrachtung.

Der Hauptzweck der vorliegenden Arbeit liegt in dem Hinweis auf bestehende Zusammenhänge zwischen der Biokatalyse und einem anderen praktisch wichtigen pflanzenphysiologischen Problem, der Reaktionsempfindlichkeit der Pflanzen. Viele der Erscheinungen dieser Reaktionsempfindlichkeit lassen sich mit Hilfe der Annahme, daß es sich hier um die Wirkung nicht optimaler Konzentrationen von Biokatalysatoren handelt, gut erklären. In dem verschiedenartigsten abnormen Verhalten einzelner Kulturböden spiegelt sich die Biokatalyse wider. Ich habe schon eingangs auf solche Anomalien von Böden hingewiesen. Auch gewisse Arten von Bodenmüdigkeit (53) werden hier hingehören. Der besondere Wert des Stalldüngers beruht auch sicher nicht nur auf seinem Gehalt an Kohlenstoff und Stickstoff. Man hat z. B. Tomaten auf bestimmten Böden nur mit Stallmist oder mit Kunstdünger, dem geringe Mengen eines Mangansalzes beigemischt waren, kultivieren können. Kunstdünger allein war wirkungslos. Der Stallmist enthielt Mangan (54). Mit jungen Orangenbäumchen machte man ähnliche Erfahrungen (55).

Biokatalytische Prozesse spielen aber nicht nur in der Pflanzenphysiologie und Landwirtschaft eine Rolle, sondern auch in der Tierphysiologie und Medizin. Tiere und Menschen enthalten in ihren verschiedenen Organen ebenfalls ganz bestimmte Mengen von solchen biokatalytisch wirkenden Elementen¹⁾. Auch Beziehungen zwischen Enzymen und Vitaminen einerseits und den anorganischen Biokatalysatoren andererseits treten immer deutlicher hervor (57, 58, 59, 60). Ich sehe mich deshalb veranlaßt an meiner Anschauung, die ich in meiner früheren Arbeit (19) angedeutet habe, festzuhalten, nach der Enzyme und Vitamine als von Pflanzen synthetisierte Verbindungen aus organischem Komplex (61) und anorganischem Katalysator anzusehen sind, zumal da auch McHargue (62) auf Grund anderer Versuche zur gleichen Ansicht gekommen ist. Ein wesentlicher Unterschied zwischen Enzym und Vitamin würde dann allerdings nicht mehr bestehen.

VI. Zusammenfassung.

Es wurde folgendes festgestellt:

1. Pilze sind „kalkfeindlich“, weil ihr Bedarf an Zink und Kupfer relativ groß ist.
2. *Azotobacter chroococcum* braucht zum Wachstum in stickstofffreien Medien sehr wahrscheinlich Kalzium und einen noch nicht identifizierten Faktor vieler fruchtbarer Böden, die beide für die „Kalkbedürftigkeit“ des *Azotobacter* mit verantwortlich zu machen sind.
3. In mineralsauren Böden wirken auf Gerste, Weizen, Hafer und Roggen besonders schädigend Mangan und Zink und mindestens noch ein unbekannter Faktor, der die „Marmorierung“ der Blätter verursacht.
4. Die Entwicklung der Gerstenwurzeln in Nährlösung ist deutlich gehemmt, wenn aus ihr ein noch nicht näher bestimmtes Schwermetall restlos entfernt wird.

Literatur.

1. Trénel, Die wissenschaftlichen Grundlagen der Bodensäurefrage und ihre Nutzanwendung in der praktischen Landwirtschaft. Berlin 1927.
2. Mevius, Wasserstoffionenkonzentration und Permeabilität bei „kalkfeindlichen“ Gewächsen. Zeitschr. f. Botanik, **16**, 641, 1924.

¹⁾ Berg (56) fand neuerdings sogar in 1 kg trockenem Rinderhirn 14 mg Gold.

3. Mevius, Die direkte Beeinflussung der Pflanzenzelle durch die Wasserstoffionenkonzentration des Nährsubstrates. *Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Dgg.*, **6**, 89, 1926.
4. — Reaktion des Bodens und Pflanzenwachstum. *Naturwissensch. u. Landwirtschaft.*, H. 11, 1927.
5. — Kalzium-Ion und Wurzelwachstum. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, **66**, 183, 1927.
6. Boas und Merckenschlager, Die Lupine als Objekt der Pflanzenforschung. Berlin 1923.
7. Merckenschlager, Tafeln zur vergleichenden Physiologie und Pathologie der Kulturpflanzen. Berlin 1927.
8. v. Linstow, Die natürliche Anreicherung von Metallsalzen und anderen anorganischen Verbindungen in den Pflanzen. Versuch einer Übersicht über bodenanzeigende Pflanzen. *Repert. specier. nov. regni veget.*, Beih. **21**, 1924.
9. Johnston, Potato plants grown in mineral nutrient media. *Soil Science*, **26**, 173, 1928.
10. Mevius, Weitere Beiträge zum Problem des Wurzelwachstums. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, **69**, 119, 1928.
11. Sommer, The search for elements essential in only small amounts for plant growth. *Science*, **66**, 482, 1927.
12. Sommer and Lipmann, Evidence on the indispensable nature of zinc and boron for higher green plants. *Plant Physiology*, **1**, 231, 1926; *Ref.: Bot. Zentralbl.*, **11**, 331, 1927.
13. Sommer, Further evidence of the essential nature of zinc for the growth of higher green plants. *Plant Physiology*, **3**, 217, 1928.
14. Sommer and Sorokin, Effects of the absence of boron and some other essential elements on the cell and tissue structure of the root tips of *pisum sativum*. *Plant Physiology*, **3**, 237, 1928.
15. McHargue, Effect of different concentrations of manganese sulfate on the growth of plants in acid and neutral soils and the necessity of manganese as a plant nutrient. *Journ. of Agric. Res.*, **24**, 781, 1923.
16. Gilbert, McLean and Hardin, The relation of manganese and iron to a lime-induced Chlorosis. *Soil Science*, **22**, 437, 1926.
17. McLean, Feeding plants manganese through the stomata. *Science*, **66**, 487, 1927.
18. Gilbert and McLean, A „deficiency disease“: The lack of available manganese in a lime-induced Chlorosis. *Soil Science*, **26**, 27, 1928.
19. Bortels, Über die Bedeutung von Eisen, Zink und Kupfer für Mikroorganismen. *Biochem. Zeitschr.*, **182**, 301, 1927.
20. Roberg, Über die Wirkung von Eisen-, Zink- und Kupfersalzen auf Aspergillen. *Zentralbl. f. Bakt.*, II, **74**, 333, 1928.
21. Steinberg, A study of some factors in the chemical stimulation of the growth of *Aspergillus niger*. *Americ. Journ. of Bot.*, **6**, 330, 1919.
22. Fischer, Buch Andersen und Demuth, Untersuchungen über den Einfluß erhöhten Sauerstoffdruckes auf Mäusecarcinom in vivo. *Naturwissensch.*, **14**, 1181, 1926.
23. Reese, Der Einfluß der gebrauchten Nährlösung, des Zinks und des Mangans auf das Wachstum von *Aspergillus niger*. *Dissert. Kiel* 1912.

24. Söding, Untersuchungen an *Aspergillus niger* über das Mitscherlich-Baule'sche Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren. *Planta, Archiv f. wiss. Bot.*, **6**, 482, 1928.
25. Boas, Das phyletische Anionenphänomen. Ein Beitrag zur Hylergographie. Jena 1927.
26. Waksman, The growth of fungi in the soil. *Soil Science*, **14**, 153, 1922.
27. Gainey, Wirkung des Wechsels der Bodenreaktion auf den Gehalt an *Azotobacter*. *Journ. of Agric. Res.*, **24**, 289, 1923.
28. Gainey and Batchelor, Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf das Wachstum und die Stickstoffbindung durch *Azotobacter*kulturen. *Journ. of Agric. Res.*, **24**, 759, 1923; Ref.: *Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Dgg.*, VII, 5/6, 1926.
29. Gainey, Einfluß der absoluten Reaktion eines Bodens auf seine *Azotobacter*-Flora und stickstoffbindende Tätigkeit. *Journ. of Agric. Res.*, **24**, 907, 1923.
30. — Bodenimpfung mit *Azotobacter*. *Soil Science*, **20**, 73, 1925.
31. Christensen, Über das Vorkommen und die Verbreitung des *Azotobacter chroococcum* in verschiedenen Böden. Ein Beitrag zur Methodik der mikrobiologischen Bodenforschung. *Zentralbl. f. Bakt.*, II, **17**, 109, 161, 378, 528, 1906.
32. Beijerinck, *Azotobacter chroococcum* als Indikator der Fruchtbarkeit des Bodens. *Koninkl. Acad. van Wetensch. Amsterdam, Wisk. en Natk. Afd.* **30**, 431, 1922.
33. Stapp und Ruschmann, Zur Biologie von *Azotobacter*. *Arb. aus d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw.*, **13**, 305, 1924.
34. Niklas, Poschenrieder und Hock, Über die Verbreitung des *Azotobacter* in den Böden Bayerns unter Berücksichtigung der Bodenreaktion, des Kalk- und Phosphorsäuregehaltes derselben. *Zentralbl. f. Bakt.*, II, **66**, 16, 1925.
35. Hunter, Stimulating the growth of *Azotobacter* by aeration. *Journ. Agric. Res.*, **23**, 665, 1923.
36. Krzemieniewska, Der Einfluß der Mineralbestandteile der Nährlösung auf die Entwicklung des *Azotobacters*. *Anzeiger Akad. Wiss. Krakau, Reihe B*, 376, 1910.
37. Krzemieniewski, Untersuchungen über *Azotobacter chroococcum* Beij. *Zentralbl. f. Bakt.*, II, **23**, 161, 1909.
38. Stoklasa, Einfluß der Radioaktivität auf die Stickstoff bindenden oder Stickstoffsubstanzen umwandelnden Mikroorganismen. *C. r. Acad. des sciences*, **157**, 879, 1913.
39. Kayser, Einfluß der Uransalze auf den Stickstofffixierer. *C. r. Acad. des sciences*, **172**, 1133; Ref.: *Chem. Zentralbl.*, I, 552, 1921.
40. Kayser und Delaval, Radioaktivität und Stickstoffsammler. *C. r. Acad. des sciences*, **179**, 110; Ref.: *Chem. Zentralbl.*, II, 1215, 1924.
41. — — Radioaktivität, Stickstoffbinder und alkoholische Hefen. *C. r. Acad. des sciences*, **181**, 151; Ref.: *Chem. Zentralbl.*, II, 1610, 1925.
42. Rossi und Riccardo, Der Boden der Vesuvumgegend und die Festlegung von Stickstoff. *Actes IV. Confé. Internat. Pédologie*, III, 115, Rom 1924; Ref.: *Chem. Zentralbl.*, II, 2477, 1926.
43. Remy und Rösing, Über die biologische Reizwirkung natürlicher Humusstoffe. *Zentralbl. f. Bakt.*, II, **30**, 349, 1911.

44. Kaserer, Zur Kenntnis des Mineralstoffbedarfs von *Azotobacter*. Ber. d. d. Bot. Ges., **28**, 208, 1910.
45. Voicu, Die Wirkung des Humus in schwachen und starken Dosen auf die Stickstoffbindung von *Azotobacter chroococcum*. C. r. Acad. des sciences, **176**, 1421, 1923; Ref.: Chem. Zentralbl., I, 1999, 1924.
46. Merckenschlager, Die Lupine und ihre Landschaft. München-Freysing 1928.
47. — Zur Biologie der Kartoffel. Geographie und Ökologie. Arb. aus d. Biol. Reichsanst., **17**, 225, 1929.
48. Krüger und Wimmer, Ernährungsverhältnisse, Anbau, Düngung und Krankheiten der Zuckerrübe. Mitt. d. Anhalt. Vers.-Stat. Bernburg, **60—65**, 1927.
49. Rippel, Über die durch Mangan verursachte Eisenchlorose bei grünen Pflanzen. Biochem. Zeitschr., **140**, 315, 1923.
50. Gračanin, Ein Beitrag zur Zinkfrage in der Pflanzenbiochemie. Biochem. Zeitschr., **194**, 215, 1928.
51. Bohlmann, Über die angeblich giftige Wirkung des Aluminium-Ions auf das Pflanzenwachstum. Dissert. Jena 1926.
52. Treadwell, Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie. II. Bd. Quantitative Analyse. 7. Auflage. Leipzig u. Wien 1917.
53. Bordas, Les microorganismes et la fertilité du sol. Bullet. de l'Office de Renseignements Agric. Paris, **98**, 1926; Ref.: Bot. Zentralbl., N. F., **11**, 381, 1927.
54. Schreiner and Dawson, Manganese deficiency in soils and fertilizers. Industr. a. Engin. Chem., **19**, 400, 1927; Ref.: Chem. Zentralbl., II, 1197, 1927.
55. Haas and Reed, Significance of traces of elements not ordinarily added to culture solutions for growth of young orange trees. Bot. Gaz., **83**, 77, 1927; Ref.: Bot. Zentralbl., N. F., **11**, 19, 1927.
56. Berg, Das allgemeine Vorkommen von Gold in Nahrungsmitteln und Organen. Biochem. Zeitschr., **198**, 424, 1928.
57. Mc Hargue, Significance of the occurrence of manganese, copper, zinc, nickel and cobalt in Kentucky blue grass. Industr. a. Engin. Chem., **19**, 274, 1927; Ref.: Chem. Zentralbl., II, 1197, 1927.
58. Javillier et Imas, Le zinc dans le grain de blé et les produits de mouture. C. r. Acad. d'Agric. de France, **12**, 727, 1926; Ref.: Internat. Agrik. wiss. Rundsch., **18**, N. F. 3, 133, 1927.
59. — — Le manganèse dans le grain de blé et dans les produits de mouture. C. r. Acad. d'Agric. de France, **12**, 721, 1926; Ref.: Internat. Agrik. wiss. Rundsch., **18**, N. F. 3, 132, 1927.
60. Mc Hargue, The significance of copper, manganese and zinc in forage crops and foods. Journ. of Americ. Soc. of Agron., **17**, 265, 1925; Ref.: Intern. Agrik. wiss. Rundsch., II, 441, 1926.
61. Kuhn und Wassermann, Über die Abhängigkeit der katalytischen und oxydatischen Wirkungen des Eisens von seinem Adsorptionszustand. Ber. d. d. chem. Ges., **61**, 1550, 1928.
62. Mc Hargue, The occurrence of copper, manganese, zinc, nickel and cobalt in soils, plants, and animals, and their possible function as vital factors. Journ. Agric. Res., **30**, 193, 1925; Ref.: Bot. Zentralbl., N. F., **6**, 279, 1925/26.

Zur Bekämpfung der Mauke der Reben.

Von

C. Stapp.

(Laboratorium für Bakteriologie der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem).

Mit 3 Abbildungen.

Durch den in großem Umfange erfolgten Anbau von Pfropfreben als Maßnahme gegen die Schäden der Reblaus in den deutschen Weinbaugebieten hat die Mauke außerordentlich an Bedeutung gewonnen.

Sie ist zwar seit Jahrzehnten jedem Winzer bekannt¹⁾, aber solange nur wurzelechte Reben im deutschen Weinbau Verwendung fanden, wurde der Krankheit keine sehr ernste Beachtung geschenkt. Das lag erstens daran, daß früher die Meinung herrschte, die leider teilweise auch noch heute anzutreffen ist, es handele sich bei der Mauke nicht um eine durch Parasiten hervorgerufene Krankheit, sondern um Wirkungen des Frostes in Verbindung mit hoher Bodenfeuchtigkeit und anderen nichtparasitären Ursachen, zweitens daran, daß die wurzelechte Rebe die Fähigkeit besitzt, gerade in jüngeren Jahren häufig unterhalb der Maukegeschwülste neu auszutreiben, so daß zwar der Rebstock oberhalb des befallenen Stammes abstirbt, seine Weiterentwicklung aber durch den neuen Trieb gesichert ist.

Bei jungen Pfropfreben wirkt sich die Krankheit wesentlich stärker aus. Die Mauke soll hier innerhalb von 3 Jahren den Rebstock zum Absterben bringen. Da die Reben in den ersten Jahren des Anbaues noch keinen Ertrag liefern, ist der Schaden, den die Weinbauer durch das Umsichgreifen dieser Krankheit bei Pfropfreben erleiden, sehr erheblich.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Frost hinsichtlich des Auftretens der Mauke eine große Rolle spielt; er schafft Rißwunden, durch die der bakterielle Erreger, *Pseudomonas tumefaciens* Sm. et Towns.²⁾, vom Erdboden aus erst in die Rebe Eingang findet.

¹⁾ In Deutschland fand die Krankheit 1859 erstmals durch I. Dornfeld (Der Grind. Weinbauschule 1859, 121.) Erwähnung.

²⁾ A plant tumor of bacterial origin. Science n. s. 1907, 25, 671.

Daß dieses Bakterium tatsächlich die Ursache der Mauke ist, haben 1911 bereits E. F. Smith, N. A. Brown und C. O. Townsend¹⁾ einwandfrei nachgewiesen; sie berichten (1911, S. 56) über Infektionsversuche, die mit Bakterienreinkulturen aus Maukegewebe vom Wein an jungen Topfreben im Sept. 1909 ausgeführt worden waren, und bei denen die Impfungen in allen Fällen Erfolg hatten, während die Kontrollpflanzen gesund blieben. Impfungen an Mandelbäumchen und Zuckerrüben zeigten, daß der Wein-Stamm von *Pseud. tumefaciens* auch für diese Pflanzen pathogen war. R. Lieske²⁾ hat 1927 die Untersuchungen der Amerikaner bezügl. des bakteriellen Erregers der Mauke bestätigen können.

Wie unzählige Versuche immer wieder bewiesen haben, vermögen die Bakterien nicht in gesundes, unverletztes Pflanzengewebe einzudringen³⁾, sie sind ausgesprochene Wundparasiten. Viele Anzeichen deuten darauf hin, daß Eingangspforten in Gestalt von Rißwunden beim Weinstock auch noch auf andere Weise als durch Frost entstehen und zwar wahrscheinlich dadurch, daß nach einem feuchtwarmen Frühjahr, in dem die Rebe in vollem Saft und kräftigem Wuchs steht, durch plötzlich einsetzende Trockenheit verbunden mit hohen Temperaturen Spannungen im Gewebe eintreten, die ein mehr oder weniger starkes Aufreißen der Rinde und des Holzes in axialer Richtung bedingen. So traten z. B. in einem Weinberg der Obermosel, der einige Jahre vernachlässigt war und dann eine besonders kräftige Stallmistdüngung und sorgsame Bodenbearbeitung erfuhr, solche Zerreißen an den Stöcken im Hochsommer besonders augenfällig in Erscheinung, obwohl keine Frühjahrsfröste vorausgegangen waren. Einige Wochen später konnten an diesen Rißwunden die ersten Anzeichen von Mauke in Form schwacher Granulationen längs der Wundränder beobachtet werden, die im Verlaufe des gleichen Jahres noch zu den für die Mauke typischen, zerklüfteten Wucherungen heranwuchsen⁴⁾.

¹⁾ Crown gall of plants: its cause and remedy. U. S. Dept. Agr. Bur. Plant. Ind. Bull. 213, 1911, 215 S.

²⁾ Untersuchungen über die als Mauke oder Grind bezeichnete Erkrankung der Weinreben. Arb. a. d. Biol. Reichsanstalt f. L. u. F. 15, 1927, 261—270.

³⁾ Ich habe mit Reinkulturen von *Pseud. tumefaciens*, die ich teils selbst aus verschiedenen Pflanzen bzw. Pflanzenarten isoliert, teils von E. F. Smith-Washington erhalten hatte, an Pflanzen der verschiedensten Familien, in vielen hunderten von Versuchen niemals Tumoren erzeugen können, wenn ich nicht durch absichtliche Verletzungen die Bakterien direkt in das Gewebe einführte; im letzteren Falle war bei anfälligen Pflanzen bis zu 100 % Geschwulstbildung erreichbar.

⁴⁾ Auch an durch Hagel verursachten Wunden konnten derartige Beobachtungen gemacht werden.

Man muß sich vergegenwärtigen, daß allein durch den starken Rückschnitt der Reben alljährlich tiefe Eingriffe in den normalen Ablauf der Pflanzenentwicklung erfolgen, und daß es daher nicht wundernehmen kann, wenn unterhalb der Schnittstellen im Holz Saftstockungen eintreten, was hier besonders leicht zu Gewebszerreißen führt.

Bei den Pfpfropfreben dürfte es einmal unterhalb der Veredlungsstelle bis zu einem gewissen Grade zu Anhäufungen der von der Unterlage nach oben zu wandernden gelösten Bodennährstoffe kommen, zum anderen oberhalb der Verwachsungsstelle zu Stauungen in der Ableitung von plastischem Material aus dem Assimilationsbereich des Edelreises. Es wird daher eine besonders gefährdete Zone unmittelbar oberhalb und unterhalb der Pfpfropfstelle anzunehmen sein. In der Tat beobachtet man Zerreißen bei den Pfpfropfreben häufig nicht nur im Unterlagsholz, sondern auch durch die Pfpfropfstelle hindurch noch ein Stück in das Edelreis hinaufreichend¹⁾. Will man also Maßnahmen zur Verhütung des Auftretens der Mauke ergreifen, so wird man zuerst die Gefahr der Gewebszerreißen bei den Reben möglichst vermindern müssen.

Daß Reben auf einem feuchten, schweren Boden in wesentlich höherem Prozentsatz Rißwunden aufweisen werden, leuchtet nach dem Vorhergesagten wohl ein. Unter diesem Gesichtspunkt betrachtet, ist daher eine entsprechende Bodendrainage Hauptforderung. Auf die günstige Wirkung von Entwässerungsmaßnahmen hat I. M. Köhler²⁾ bereits 1869 hingewiesen, und alle Bearbeiter dieses Problems nach ihm sind zu dem gleichen Ergebnis gekommen.

Durch Spätfröste besonders gefährdete Lagen in den Weinbaugebieten sind, wenn sie gleichzeitig stark unter Mauke leiden, so lange irgendwie anders, vielleicht landwirtschaftlich, zu nutzen bis es gelingt, „frostfeste“ Reben ausfindig zu machen, die also — in unserem Falle — keine Gewebszerreißen als Folge des Frostes aufweisen dürfen.

In Gebieten, in denen die Mauke sich stärker bemerkbar macht, wird man versuchsweise bei zwei- und dreijährigen Pfpfropfreben³⁾ vielleicht folgendermaßen verfahren können, um

¹⁾ vergl. hierzu auch Fuess, Wundmauke an zweijährigen Rebveredlungen. Wein und Rebe. 6. Jahrg., 1924/25, Heft 12, 497—500.

²⁾ Pflanzenkrankheiten. Räude (Kropf, Grind, Schorf). Der Weinstock und der Wein. 1869, 205.

³⁾ Gerade in diesem Alter scheinen die Pfpfropfreben besonders leicht zu Gewebszerreißen zu neigen.

die Verluste durch diese Krankheit, einstweilen wenigstens, zu verringern:

Die gefährdete Zone der bis dahin gesunden Unterlagsreben (von etwa 5—15 cm unterhalb bis 5—10 cm oberhalb der Veredlungsstelle je nach dem Alter der Rebe und dem Sitz der zum Austreiben notwendigen Augen) wird sorgfältig mit 50%iger wässriger Dendrinlösung¹⁾ oder mit 0,5%iger wässriger Uspulunlösung²⁾ bestrichen und anschließend sofort in Ölpapier eingehüllt.

Diese „Einbeutelung“, wie ich sie nennen möchte, hat ebenfalls unbedingt mit einer gewissen Sorgfalt zu geschehen. Es ist dabei nämlich zu vermeiden

1. daß die Bindung oben und unten zu fest wird, weil sonst Wuchsstauungen hervorgerufen werden, (dem sich durch Verwendung dünner Gummischnüre zum Binden wahrscheinlich begegnen läßt),
2. daß der Einschlag des Papiers an den Bindungen so erfolgt, daß Wasser von oben oder Bodenfeuchtigkeit von unten nicht in den umhüllten Teil eindringen kann.

Man wird zweckmäßigerweise vielleicht die Rebe an den Randstellen der Umhüllung oben und unten mit einem etwa 1 bis 2 cm breiten Streifen roher, nicht entfetteter Watte umwickeln, auf dieser Wattelage das Papier erst festbinden und dann die Ränder des Ölpapieres gut an den Stamm andrücken, wie es die Abb. 1, a und b erkennen läßt. Würden die Feuchtigkeit und mit ihr die Bakterien von oben oder unten Zutritt haben, so wäre der Zweck, bei etwa eintretenden Gewebszerreißungen innerhalb der Umhüllung eine normale, frei von Infektion erfolgende Wundheilung zu gewährleisten, nicht nur nicht erreicht, sondern das Übel wahrscheinlich noch vergrößert; denn durch den Abschluß von außen und den dadurch bedingten höheren Feuchtigkeitsgehalt der eingeschlossenen Luft wird die Callusbildung besonders begünstigt sein und im Falle einer dabei stattgehabten Infektion

¹⁾ Herr Prof. Dr. Kroemer-Geisenheim hat mit diesem Karbolineumpräparat in den letzten Jahren Bepinselungen von Reben in größerem Maßstabe versuchsweise vornehmen lassen, und es haben sich in der genannten Konzentration schädliche Wirkungen auf das Rebholz nicht gezeigt.

²⁾ Die Uspulun-Lösung wird als Streichmittel geeigneter, wenn sie nach folgender Vorschrift hergestellt wird: 5 g Uspulun werden in 900 ccm Wasser gelöst, und dieser Lösung werden 100 ccm Glyzerin zugesetzt. Uspulun-Lösungen dürfen nur in Glas- nicht in Metallgefäßen hergestellt und aufbewahrt werden!

würden die Maukewucherungen um so verstärkter und damit nachteiliger in Erscheinung treten.

Bei einjährigen Propfreben wird man — soweit es hier überhaupt nötig ist — vielleicht auch zum Ziele kommen, wenn man nach äußerlicher Desinfektion mit Dendrin- oder Uspulunlösung die ganze Zone einfach nur mit einer dünnen Lage nicht ent-

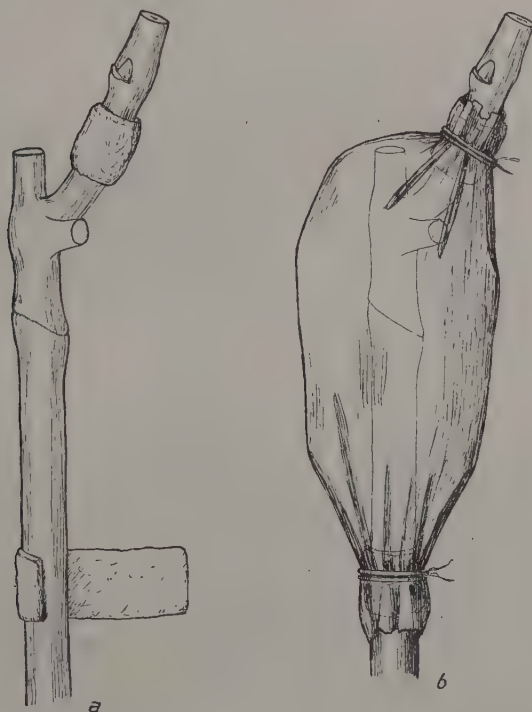


Abb. 1. Junge Ppropfrebe, a) in Vorbereitung zur Einbeutelung, b) fertig einbeutelt.

fetteter Watte mehrfach umwickelt und dann umschnürt, also unter völliger Weglassung des Ölpapiers.

Der Zeitpunkt, zu dem diese Maßnahmen am besten zur Durchführung gebracht werden können, wird je nach Lage des Weinbergs verschieden sein. Sind Spätfröste zu befürchten, so wäre die Einbeutelung bzw. einfache Umhüllung bereits Ende April, Anfang Mai vorzunehmen, in frostfreien Lagen aber vor bzw. beim Einsetzen längerer Trockenheitsperioden, also erst im Laufe der Monate Mai oder Juni.

Die Umhüllungen (mitsamt der Bindung!) wären alljährlich etwa Mitte bis Ende August wieder zu entfernen.

Bezüglich der Bekämpfung der Mauke bei wurzelechten Reben ist, wohl in Verkenning des infektiösen Charakters der Krankheit, bis vor wenigen Jahren kaum etwas geschehen; man hat sich an ihr Vorhandensein gewöhnt und rechnet in manchen Gegenden von vornherein mit einem jährlichen Verlust an Stöcken von etwa 10%, worin derjenige an Mauke inbegriffen ist, der darin sicherlich den Hauptanteil ausmacht.

In den allerletzten Jahren ist versucht worden, durch Bestreichen der gefährdeten Zonen der Rebstöcke mit antiseptisch wirkenden Mitteln das Weiterumsichgreifen der Mauke zu verhindern. Trotz aller Sorgfalt ist aber nichts erreicht worden; das liegt daran, daß die nach dem Bestreichen auftretenden Rißwunden völlig ungeschützt sind und der Erreger aus dem Erdboden durch Regen, Wind usw. natürlich ungehindert in die Wunde gelangen und diese ohne Schwierigkeit infizieren kann. Andererseits haben sich auch Bepinselungen schon vorhandener Maukewucherungen als völlig nutzlos erwiesen¹⁾, da die Antiseptika nicht bis zu den tiefer im Gewebe lebenden Erregern vordringen und diese infolgedessen in ihrer Tätigkeit nicht beeinträchtigen können. Man sieht daher bereits im Herbst an den im Frühjahr des gleichen Jahres behandelten Reben, wie sich die neuen Granulationen zwischen den äußerlich behandelten Gewebezonen hindurch gezwängt und diese zum Teil emporgehoben, zum Teil zur Seite gedrängt haben.

Um hier zu einem merkbaren Fortschritt zu gelangen, sei vorgeschlagen:

1. Alle stark erkrankten Stöcke (wie sie z. B. Abb. 2 zeigt) vollständig herauszunehmen und zu vernichten,
2. Stöcke, bei denen die Möglichkeit einer Triebentwicklung unterhalb der befallenen Stellen noch gegeben ist, zu dieser Triebentfaltung anzuregen, und sobald der Trieb vorhanden, sie oberhalb desselben abzuschneiden, und die Schnittwunde sofort mit Karbolineum oder einem anderen bakterizid wirkenden Mittel zu desinfizieren,

¹⁾ Siehe hiezu Kroemer und Moog, Untersuchungen über die Mauke der veredelten Reben, in Bericht der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau zu Geisenheim a. Rh. f. d. Rechn.-Jahr 1927. Landw. Jahrbücher 66, Ergzsbd. 1, 1928, 454.

3. bei schwächerer Erkrankung die Wucherungen bis auf das gesunde Holz herauszuschneiden, und die Wunde sofort mit Dendrin- (50%)¹⁾ oder Uspulunlösung (0,5%) zu bestreichen (das zum Schneiden benutzte Messer ist selbstverständlich



Abb. 2. Mauke an älteren wurzelechten Reben; $\frac{1}{4}$ natürl. Größe.

- ebenfalls jedesmal, bevor ein neuer Stock in Angriff genommen wird, durch Abwischen mit einem in die Uspulunlösung eingetauchten Wattebausch zu desinfizieren),
4. erstmals im zeitigen Frühjahr, dann nur während der Trockenperioden in Abständen von etwa 3—4 Tagen die

¹⁾ Siehe Kroemer und Moog, 1928, S. 455.

Stöcke durchzusehen und inzwischen entstandene Rißwunden gut und vollständig mit Dendrin- oder Uspulunlösung zu bestreichen, damit die eventuell bereits in die Oberflächenschichten der ungeschützten Gewebe eingedrungenen oder die erst äußerlich anhaftenden Bakterien rechtzeitig abgetötet werden.

Tritt in den Zuchtkästen oder in den Rebschulen an den unteren Schnittstellen der Stecklinge bereits die Mauke auf



Abb. 3. Mauke an den unteren Schnittstellen junger Stecklinge von W. Elbling- und Rieslingreben; $\frac{1}{2}$ natürl. Größe.

(siehe Abb. 3), so ist, falls es sich nicht um vereinzelte Fälle handelt, in denen natürlich die erkrankten Stecklinge gleichfalls sofort zu vernichten sind,

5. eine Tauchung der unteren Teile der Stecklinge unmittelbar vor dem Einpflanzen in Uspulun-Lehmbrei, analog dem Tauchverfahren der jungen Obstbäumchen zur Verhütung des Wurzelkropfes¹⁾, vorzunehmen.

¹⁾ Siehe C. Stapp, Der Wurzelkropf oder Bakterienkrebs der Obstbäume und seine Bekämpfung. Flugblatt Nr. 78 der Biolog. Reichsanstalt für L. u. F. Februar 1928.

Jeder im Weinberg beschäftigten Person sollte es zur Pflicht gemacht werden, das anfallende maukekranke Holz restlos zu sammeln und sofort zu verbrennen. Durch das achtlose Beiseiterwerfen von Rebholz mit zuweilen bereits vermorschtem oder in der Erde erst vermorschendem Maukegewebe wird der Weinbergsboden immer stärker mit virulenten Bakterien angereichert und die Gefahr der Ausbreitung der Krankheit immer größer.

Ob es unter besonders günstigen Boden- und Lageverhältnissen zu einer Ausheilung der Mauke der Reben aus sich heraus kommen kann, wäre noch genauer zu prüfen. Fuess berichtet (1924/25, S. 498) von einer derartigen Gesundung „anfänglich mit maukeartigen Granulationen behafteten Pflanzmaterials“ im Versuchsweinberg „In den Teilen“ im Devonschiefer der Mittelmose.

Ich selbst konnte mich im März 1929 davon überzeugen, daß dieser 1910 gepflanzte Weinberg praktisch maukefrei war, obwohl die Reben hier unter Frühjahrsfrösten zu leiden haben; von rund 13000 Rebstöcken wurden nur 2 maukekrank befunden; es dürfte dies gleichzeitig ein Beweis dafür sein, daß der Boden hier nicht oder nur wenig durch die bakteriellen Parasiten verseucht ist.

Von Verhütungs- und Bekämpfungsmaßnahmen wird erst dann Abstand genommen werden können, wenn es, vielleicht auf dem Wege der Auslese oder der Kreuzungszüchtung, gelingt, Unterlagsreben heranzuziehen, die ein festes, gegen Frost und plötzliche Witterungswechsel resistentes Holz haben und gleichzeitig widerstandsfähig gegen die Reblaus sind bzw. bleiben; solches zu erreichen, muß das Bestreben unserer deutschen Rebzucht- und Veredlungsstationen sein.

Kleine Mitteilungen.

Eriksson-Preise für Pflanzenpathologische Arbeiten.

Zweite Ankündigung.

Das internationale Komitee für Phytopathologie und ökonomische Entomologie hat zwei Preise ausgeschrieben von je 1000 schwedischen Kronen für Autoren beliebiger Nationalität. Diese werden verteilt für die beste preiswürdige Arbeit über eines der beiden Themata:

1. Untersuchungen über Rost(Uredineen-)Krankheiten von Cerealien (Weizen, Hafer, Gerste oder Roggen).
2. Untersuchungen über die Rolle, welche Insekten oder andere Invertebraten (Wirbellose) bei der Übertragung oder Veranlassung von Virus-Krankheiten der Pflanzen spielen.

Die Abhandlung muß in drei Exemplaren und in einer der drei Sprachen deutsch, englisch oder französisch, an den Unterzeichneten eingereicht sein.

Die drei Exemplare der eingereichten Abhandlung sollen dasselbe Motto oder Pseudonym (nicht den Autornamen!) tragen, wie die Außenseite eines besonderen, verschlossenen Kuverts, welches allein den Autornamen enthält.

Die Jury für die erste Preisarbeit besteht aus Professor Dr. J. Eriksson, Professor Dr. E. C. Stakman und Professor Et. Foëx.

Die Jury für das zweite Preisthema besteht aus Professor Dr. H. M. Quanjer, Dr. A. D. Imms und Dr. L. O. Kunkel.

Die Verkündung der Preisträger erfolgt gelegentlich der fünften internationalen Botanikerversammlung in Cambridge (England), die vom 16.—30. August 1930 stattfinden wird.

Das Manuskript der preisgekrönten Abhandlung wird Eigentum des Komitees, welches die Veröffentlichung übernimmt. Die Abhandlungen der übrigen Autoren gehen an diese zurück.

Das Komitee behält sich vor, die Preise zurückzuhalten, wenn die Preisrichter zu dem Urteil kommen, daß die eingereichten Arbeiten nicht preiswürdig sind.

Weitere Einzelheiten können bei dem Sekretär erfragt werden.

Für das internationale Komitee für Phytopathologie
und ökonomische Entomologie

T. A. C. Schoevers, Sekretär,
Wageningen, Nassauweg 28, Holland.

Besprechungen aus der Literatur.

Luther Burbank. Lebensernte. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart, Berlin und Leipzig 1929. In Ganzleinen 8,50 RM.

Das Buch gibt nicht nur einen Einblick in das Leben und die Tätigkeit des berühmten amerikanischen Pflanzenzüchters, der durch seine zahlreichen ungewöhnlichen Neuzüchtungen in aller Welt bekannt geworden ist, sondern es vermittelt uns auch die Kenntnis der Erfahrungen und Theorien eines Naturforschers, der sein langes und reiches Leben benutzt hat, um die Gesetze, nach denen die Pflanzen sich aufbauen und nach denen ihre Eigenschaften vererbt werden, zu erforschen. Wie ein roter Faden geht der Gedanke von der Beeinflussung der Erbeigenschaften durch die Umgebung und ihrer Festigung durch beständige Wiederholung im Laufe mehrerer Generationen durch das Buch. Die Darwinschen Theorien von dem Variieren der Pflanzen und Tiere und dem Überleben des Tüchtigsten, von der Anpassung an die Umgebung und der Vererbung dieser Eigenschaften sind die Grundlage seines Denkens; und das Ergebnis seiner Erfahrung ist der Glaube an die Unsterblichkeit des Einflusses. Luther Burbank beschäftigt sich in diesem Buch aber nicht nur mit Pflanzen und Tieren, sondern dehnt seine naturphilosophischen Betrachtungen auch auf den Menschen aus.

Trotz vieler Anfeindungen hat er sich stets gegen die Behauptung gewehrt, daß der Mensch anderen Naturgesetzen unterworfen sei, als Tier und Pflanze. Ein wunderbares Buch, dessen Studium nicht nur dem Botaniker, sondern jedem gebildeten Menschen viel Anregung geben dürfte.

Snell.

Grafe, V. Gewerblich verwendete Tier- und Pflanzenstoffe. Synthetische Produkte. 416 Seiten mit 22 Abbildungen. Verlag E. Pöschel, Stuttgart 1929.

Grafes Handbuch der organischen Warenkunde ist in fünf Bänden zu je zwei Halbbänden erschienen. Vorliegendes Buch ist der zweite Teil des letzten Bandes und beginnt mit den Kapiteln: „Gewerbliche Verarbeitung technisch verwertbarer Tierstoffe“ von E. Remenovsky und „Organische Drechsler-Rohstoffe, Federn (Schmuck- und Bettfedern)“ von H. Kojetinsky. Auf die Fülle der Einzelheiten einzugehen ist unmöglich. Es soll versucht werden, einen allgemeinen Überblick zu geben. Die einzelnen Stoffe werden genau beschrieben mit Angaben über Heimat, Handelssorten, Fabrikationsgang, Verpackungsart usw. Für die Praxis dürften die angegebenen Qualitätsprüfungen und Bestimmungen von Wichtigkeit sein. Ferner werden die entsprechenden Verfälschungen und ihr Nachweis beschrieben. In einigen Fällen sind dem Text Darstellungen von mikroskopischen und Lupenbildern beigegeben.

Der von C. Cohn verfaßte dritte Teil behandelt synthetische Farbstoffe, Desinfektionsmittel, photographische Chemikalien und Chemikalien zur Schädlingsbekämpfung. Diese Farbstoffe sind ihrer chemischen Zusammengehörigkeit nach aufgezählt. Vorher wird der Leser mit den betreffenden Ausgangsmaterialien bekannt gemacht. Darauf folgt die Beschreibung der wichtigsten Farbstoffe, ihrer chemischen Analyse und ihrer wirtschaftlichen Bedeutung. Von den Chemikalien zur Schädlingsbekämpfung sind wiederum die allerwichtigsten in gedrängter Form und nach chemischen Gesichtspunkten geordnet aufgezählt.

Der Abschnitt „Pharmazeutische und sonstige synthetische Präparate“ ist von E. Kuhn bearbeitet und umfaßt neben den organisch-synthetischen Heilmitteln auch die bekanntesten Nährmittel, deren Zusammensetzung unter Angabe des Herstellers kurz beschrieben wird. Eine Aufzählung der Heilmittel ihrer therapeutischen Verwendung nach schließt dieses Kapitel ab.

Den überaus interessanten Teil aus der organischen Chemie „Gewinnung, Anwendung und Prüfung der Hormone“ schreibt O. Mezger. Er schildert die Schwierigkeiten, die sich der Hormon-Gewinnung entgegenstellten, und wie die Lösung dieses Problems im einzelnen in Angriff genommen wurde. Zahlreiche Literaturangaben vermitteln einen bequemen Weg zu Spezialstudien.

„Die künstlichen Gerbmittel anorganischer und organischer Herkunft“ von G. Grasser bilden den Schluß des Buches.

Dieses Werk wird für die verschiedensten wissenschaftlichen und kaufmännischen Berufsarten weitgehendste Verwendung finden, da es sowohl für den Wissenschaftler wie Praktiker gleich wertvoll ist. Dank der übersichtlichen chemischen Gliederung im Abschnitt Farbstoffe wird selbst das schwierige Gebiet der organischen Farbstoffe dem mit einigen grundlegenden chemischen Kenntnissen ausgerüsteten Laien verständlich werden.

Bärner, Berlin-Dahlem.

Grafe, Victor. Die Textilien, Chemische Technologie der Zellulose. Unter Mitwirkung von Privatdozent Dr. A. Fietz in Brünn, Prof. Dr. Victor Grafe in Wien, Reg.-Rat Dr. Ing. G. Linnert in Wien, Prof. Dr. J. Nußbaum in Wien, Prof. Dr. B. Possanner von Ehrenthal in Cöthen, Prof. Dr. Oswald Richter in Brünn. 770 Seiten mit 597 Abbildungen. C. E. Poeschel Verlag in Stuttgart 1928.

Der vorliegende 2. Halbband des II. Bandes von Grafes Handbuch der organischen Warenkunde enthält folgende Beiträge: Anatomie und Mikrochemie der Textil- und Papierfasern aus dem Pflanzenreiche (Richter); die pflanzlichen und tierischen Textilien (Linnert); das Papier (Possanner); die Hölzer und ihre Bearbeitung (Fietz); chemische Verarbeitung der Zellulose (Nußbaum), Pflanzengummi, Pflanzenschleime, Hemizellulosen (Grafe). Im ersten Beitrag werden die pflanzlichen und tierischen Fasern, ihre mikroskopische und mikrochemische Prüfung und ihre technische Bedeutung und im Anschluß daran die Papieruntersuchung dargestellt. Der zweite Beitrag behandelt die Herkunft und Gewinnung der Fasern, die tierischen Rohstoffe, die mineralischen Fasern und die künstlichen Rohstoffe (Kunstseide). Der technologische Teil bringt die Herstellung der Garne (Spinnerei) und die Verarbeitung der Garne und Zwirne. Hier werden die verschiedenen Webwaren des Handels und ihre Anfertigung und Prüfung erklärt. Der Abschnitt über das Papier gibt eine eingehende Darstellung der Rohstoffe und ihrer Verarbeitung, der Herstellung des Papierblattes und der Papiersorten sowie der Papierprüfung. Der Beitrag über die Hölzer behandelt zunächst das Holz im allgemeinen, seine Gewinnung, Verarbeitung, Zerstörung durch Pilze und Tiere, seine Konservierung und dergl. Der zweite Teil enthält eine Beschreibung von 59 Nutzhölzern. In dem Abschnitt über die chemische Verarbeitung der Zellulose handelt es sich um 1. die durch Quellungsmittel veränderte Zellulose = Hydratzellulose (Mercerisierte Baumwolle, Vulfanfiber), 2. die durch Säuren veränderte Zellulose = Hydrozellulose (Pergamentpapier), 3. die durch Oxydationsmittel veränderte Zellulose = Oxyzellulose. Ferner werden die Ester der Zellulose (Nitrozellulose, Kollodium, Sprengstoffe), Zelluloid, Nitrozelluloselacke, Kunstseide, Azetylzellulose, Cellon und einige andere Verbindungen behandelt. Der letzte Abschnitt befaßt sich mit Pflanzengummi, Pflanzenschleimen und Hemizellulose.

Alles in allem handelt es sich um ein reichhaltiges Nachschlagewerk, das nicht nur den Fachmann von Industrie und Handel, sondern auch den Botaniker und Chemiker interessiert und darüber hinaus von allgemeinem Interesse für jeden Gebildeten sein dürfte.

K. Snell.

Mayr, E. Die Getreidelandsorten und der Getreidebau im Salzbachtal und seinen Nebentälern. Forschungsberichte der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien, Wien 1928. Preis 3 Schilling.

Es kann nicht Wunder nehmen, daß sortengeographische Arbeiten für unsere mitteleuropäischen Verhältnisse bisher noch fast gar nicht vorliegen, da die Landwirtschaftsgeographie, deren Untergebiet sie ist, ja auch erst seit verhältnismäßig kurzer Zeit steigende Beachtung erfährt. In der vorliegenden Arbeit des Verfassers wird ein Beitrag zu diesem Gebiet geliefert, der sich mit der Verbreitung der Getreide

landsorten, denen für die Getreidezüchtung ja eine besondere Bedeutung beigemessen werden muß, in einem durch das Salzbachtal und seine Nebentäler begrenzten Teil von Salzburg befaßt. Zugleich wird über den Stand des Getreidebaues in diesen abgeschlossenen Gebirgsgegenden berichtet. Zur Feststellung der geographischen Verbreitung der Landsorten von Roggen, Weizen, Gerste und Hafer ging der Verfasser so vor, daß er in den genannten Gebieten 283 Feldbestände untersuchte und analysierte, wobei naturgemäß möglichst typische Bestände ausgewählt wurden. Zur Einteilung der vorgefundenen Weizensorten wandte der Verfasser das Körnickesche System an. Auf die Verhältnisse in den einzelnen, auf Grund der vorliegenden Untersuchung festgelegten Gebiete im Salzbach- und Saalachtal kann hier nicht eingegangen werden. Doch sei hervorgehoben, daß Arbeiten vorliegender Art keineswegs nur ein theoretisches Interesse beizumessen ist, sondern daß wir durch sie einen Einblick in die Ökologie der Sorten bekommen. Aus diesem Grunde scheint Ref. die Durchführung weiterer, ähnlicher Untersuchungen auch für andere Gebiete durchaus erwünscht und zweckmäßig.

Voss, Berlin-Dahlem.

E. Möller-Arnold und E. Feichtinger. Der Feldversuch in der Praxis. Wien 1929, Verl. Springer, 329 S. Preis RM. 12,60.

Die wissenschaftlichen Grundlagen und die Technik des landwirtschaftlichen Feldversuchs haben in der vorliegenden Schrift der beiden Verfasser eine zusammenfassende Darstellung gefunden, die umsomehr einem wirklichen Bedürfnis aller landwirtschaftlichen Versuchsansteller entspricht, als die zweite Auflage des „Feldversuchs“ von Roemer z. Zt. vergriffen ist.

Wenn auch der theoretische erste Teil des Buches, entsprechend der Absicht der Verfasser, kürzer ist als der praktische Teil, so findet man doch in gedrängter Form die unbedingt notwendigen theoretischen Grundlagen in ihm enthalten, wie die Grundtatsachen der Fehlerrechnung und die Methodik der verschiedenen Ausgleichsverfahren.

Der praktische zweite Teil gliedert sich in fünf Abschnitte, nämlich die Anlage und Durchführung von Düngungs-, Sorten- und sonstigen Versuchen, in die Versuchsbuchführung, die Auswertung von Versuchsergebnissen, die Laboratoriumsarbeit und schließlich in die Disposition der Versuchsarbeit im großen. Am Schluß der Unterkapitel ist jeweilig ein Literaturverzeichnis angeschlossen, in dem die zahlreichen in- und ausländischen Arbeiten der einzelnen Teilgebiete aufgeführt sind.

Wenngleich das Buch ganz besonders auf die Bedürfnisse des Versuchsringleiters in der Praxis zugeschnitten ist, so wird es doch auch für alle übrigen landwirtschaftlichen Versuchsansteller eine wertvolle Unterstützung bei ihren Arbeiten bedeuten und auch den Studierenden die Einarbeit in das immer mehr an Bedeutung zunehmende Gebiet des Feldversuches erleichtern.

Voss, Berlin-Dahlem.

Neye, D. Lehrbuch der Pflanzenbaulehre. Zehnte Auflage. Verlag des Verfassers. Hildesheim 1928. 265 S. Preis 4,80 RM.

Das Lehrbuch des Pflanzenbaus für landwirtschaftliche Schulen von L. Neye hat sich in der landwirtschaftlichen Lehrbücherei schon lange seinen anerkannten Platz erworben. Die vorliegende zehnte

Auflage ist durch Heranziehung und Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Literatur der letzten Jahre, soweit es für ein Lehrbuch wünschenswert erscheint, dem jetzt als gesichert geltenden Stand der Kenntnisse vom Pflanzenbau angepaßt.

Die Getreidearten, Hülsenfrüchte, Futterpflanzen, Wurzelfrüchte, Handelsgewächse wie Wiesen und Weiden werden in der durch die früheren Auflagen bekannten klaren und übersichtlichen Art behandelt, so daß es nicht nötig ist, hierauf näher einzugehen. Besonders bemerkenswert scheint es, daß bei der Behandlung der einzelnen wichtigeren Kulturpflanzen betriebswirtschaftliche Gesichtspunkte, denen heute ja mehr denn je steigende Beachtung geschenkt werden muß, in knappen Sätzen mitberücksichtigt werden. Gegenüber der letzten Auflage hat die Sortenkunde der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen durch Prof. W. Heuser eine sachkundige Neubearbeitung gefunden. Die Neuaufnahme der Grundregeln der D. L. G. Saatenanerkennung, der D. L. G. Richtlinien für die Besichtigung der anzuerkennenden Sorten auf dem Felde und der Vorschriften für die Durchführung von D. L. G. Sortenhauptversuchen ist durchaus begrüßenswert; denn so werden bereits die Schüler der landwirtschaftlichen Lehranstalten mit den für die Landwirtschaft wichtigen Bestimmungen bekannt gemacht, die zudem gegenüber früher Änderungen aufweisen.

Bei dem für die innere und äußere Ausstattung des Buches durchaus mäßigen Preis kann die Verbreitung der bewährten Pflanzenbaulehre auch in der Neuauflage über den Kreis der Besucher landwirtschaftlicher Schulen hinaus in die Hände möglichst vieler Landwirte nur dringend gewünscht und erhofft werden.

Voss, Berlin-Dahlem.

Opitz, K. Ergebnisse vierjähriger vergleichender Versuche mit Leinsorten. Arbeiten der D. L. G. Heft 367. 1929. 31 S.

In vierjährigen Anbauversuchen wurden die Leinsorten der drei deutschen, sich mit der Leinzucht befassenden Zuchtstätten Eckendorf, Petkus und der westpreußischen Saatzuchtgenossenschaft im Vergleich mit einigen bekannten Herkunftsn und Landsorten, wie dem Schlesischen, dem Rigaer und dem Holländischen weißblühenden Lein geprüft. An den Versuchen waren 15 sich über das Reich verteilende Versuchsstellen beteiligt. Nach Erwähnung der für die Anstellung von Leinversuchen zu beachtenden Besonderheiten werden Witterungsverlauf, Blütenfarbe, Blütezeit und Wachstumsdauer, Beschaffenheit des Flachsstrohs und die Erträge der Leinsorten in den verschiedenen Jahren besprochen. Daran schließt sich eine zusammenfassende Beurteilung der Sorten. Aus dem Bericht geht die Überlegenheit der Zuchtsorten über Landsorten und Handelssaaten hervor. Die Zuchtsorten, wie Bensings Faserflachs, Eckendorfer Frühflachs und Lochows Petkuser 7 zeichnen sich durch größere Sortenreinheit (beim Flachs leicht erkenntlich an der Blütenfarbe), kürzere Blühzeit und bessere Faserbildung sowohl in qualitativer wie quantitativer Hinsicht vor den Landsorten und Herkunftsn aus. Doch zeigte sich auch durch die Versuchsergebnisse die Schwierigkeit, höchste Leistungsfähigkeit im Ertrag und Qualität der Faser mit größtem Samenansatz und hoher Standfestigkeit zu kombinieren.

Voss, Berlin-Dahlem.

Troll, W. Organisation und Gestalt im Bereich der Blüte. Monographien aus dem Gesamtgebiet der wissenschaftlichen Botanik I. Verlag Julius Springer, Berlin 1928. XIII u. 413 S. 8°. Preis RM 39,—.

Da das Verständnis der Bestäubungsverhältnisse den Ausgangspunkt für fast alle pflanzenzüchterischen Maßnahmen bildet, so kann auch hier an einem Buch, das den obigen Titel führt, nicht vorübergegangen werden. Es sei aber gleich bemerkt, daß das Werk rein theoretischen Inhalts ist. Der Verfasser polemisiert gegen die „kritiklose Beurteilung der Blütegestalt“ durch die Blütenbiologen und die „Fadenscheinigkeit der blütenbiologischen Zweckbetrachtung“. Er bekämpft ferner den „englischen Darwinismus“ und die „naiven Phylogenetiker“, obwohl er selbst immer wieder in phylogenetische Spekulationen verfällt.

Troll setzt die Morphologie in Gegensatz zur Organographie. Diese letztere macht die besondere Gestalt der Organe „aus ihrer Funktion heraus verständlich, vermittelt aber keine Einsicht in die Gestalt als solche“. Morphologisch ist nach dem Verfasser „das, was sich physiologisch, d. i. kausal, überhaupt nicht verstehen läßt“. So kommt er, gleich Goethe, zu einer Typus-Idee, und zwar „auch in dem Sinne eines ‚Bauplanes‘ oder ‚Urbildes‘, unter dem die Prozesse der Formbildung der Organismen ablaufen“. Die Erklärung der Homologien aus der Gemeinsamkeit der Abstammung ist nach ihm nicht mehr haltbar. Denn die manifesten Einzelformen liegen nicht auf der „den Typus symbolisierenden Linie, sondern nach Art einer Streuung neben ihr, die Richtung der Formbildung, die selbst ideeller Natur ist, nur begleitend“. Die Natur bringt „ohne Rücksicht auf den Nutzen Gestalten hervor, die eine ökologische Bedeutung haben können, aber nicht müssen“.

Den Hauptinhalt des speziellen Teiles des Buches bildet die Behandlung der blütenähnlichen Blütenstände (Pseudanthien): „Die Übertragung der Gestaltsmerkmale von den Euanthien auf die Pseudanthien erfolgt nicht indirekt (selektiv) sondern ideell.“ So ist z. B. das Cyathium der Euphorbiaceen „von derselben Gestaltidee beherrscht wie radiäre Einzelblüten“. Die letzten hundert Seiten des Buches befassen sich mit dorsiventralen Blütenformen und ihrem konvergenten Auftreten in Pseudoformen. Auch hier werden Verhältnisse rein morphologisch (im Sinne des Verfassers) zu deuten versucht, die uns in bestäubungstechnischer Beziehung durch die, vom Verfasser so sehr geschmähte, Blütenbiologie längst geläufig waren. Und wenn Troll z. B. in der in drei dorsiventrale „Sekundärblüten“ zerfallenen insgesamt radiären Irisblüte „ein einzigartiges Beispiel dafür sieht, wie weit die Kluft zwischen Organisation und Gestalt schon innerhalb eines Euanthiums klaffen kann“, so darf man vielleicht fragen: stellen denn die „Sekundärblüten“ keine Organisation dar?! Auch geht es entschieden zu weit, bei bestimmten Orchideenarten von Sekundärblüten zu sprechen, „die vom Labellum allein gebildet werden“.

Zum Schluß des durch eine große Fülle sehr instruktiver Abbildungen ausgezeichneten Buches faßt der Verfasser nochmals den Hauptgedanken desselben in folgende Worte zusammen: „Es handelt sich nur darum, die Tatsachen ohne die zwängenden Vorschriften einer Theorie rein für sich sprechen zu lassen. Und will man dann nicht auf ihre Erfassung unter einem einheitlichen Gesichtspunkt überhaupt verzichten, so wird man nicht umhin können, ihrer Interpretation aus einer ideellen Einheit, die wir als Gestalttypus bezeichnet haben, zu folgen.“ E. Werth.

Wohltmann-Bücher, Monographien zur Landwirtschaft warmer Länder. Bd. 6: Hunger „Kokospalme“ und Bd. 7: Fickendey und Blommendaal „Ölpalme“ (Deutscher Auslandsverlag, Hamburg und Leipzig, 1929). Bd. 6: 130 S., 5,— RM, Bd. 7: 211 S., 7,50 RM.

Die Bücher geben zunächst eine gedrängte botanische Monographie mit Beschreibung der einzelnen Teile und Entwicklungsvorgänge. Beide Palmen sind heute durch die Tropen weit verbreitet, ihre Heimat ist ungewiß. Sie gehören zu den *Coccotheca*. Die übrigen ca. 200 Arten dieser Gruppe kommen nur in Amerika vor. Weiter wird auf die Kultur, Züchtung und klimatischen Ansprüche eingegangen, auf die pflanzlichen und tierischen Schädlinge, die Art, Ernte und Zubereitung der Produkte. Die Ölpalme liefert nur das Palmöl, das für mancherlei Zwecke Verwendung findet: zur Seifen-, Kerzen- und Margarine-Fabrikation, als Reinigungsmittel für Eisenblech, das verzinkt werden soll, und gelegentlich als Betriebsstoff für Motore. Die Cocos liefert neben ihren Früchten aus den noch geschlossenen Blütenständen Palmsaft, aus dem Palmwein, Zucker und Sirup hergestellt werden. Die Früchte geben Fasern, Milch und das Fleisch. Dies kann frisch geraspelt zu der mehlartigen „desiccated coconut“ oder zu Öl verarbeitet oder in Stücken getrocknet als Kopra in den Handel gebracht werden. Aus der Kopra läßt sich ein Öl extrahieren oder auspressen, das in der Seifen- und Glycerin-Industrie verwendet wird. Um als genießbares Pflanzenfett zu dienen, muß es besonderer Raffinierung unterzogen werden. Einige Tabellen zeigen, wie unter den Produkten der Cocos in erster Linie die Kopra als Handelsartikel ständig an Bedeutung gewonnen hat. Für die Ölpalme wird zum Schluß besonders auf die Prüfung und Verschickung des Produktes eingegangen. Die Bücher dürften alles enthalten, was Wichtiges über beide Palmen zu sagen ist. Wer sich noch eingehender mit ihnen beschäftigen möchte, findet ein Verzeichnis der wesentlichsten Literatur. Beide Bände sind mit guten Abbildungen versehen.

G. Kretschmer, Berlin-Dahlem.

Personalmeldungen.

Die Gesellschaft für Geschichte und Literatur der Landwirtschaft hat anlässlich ihres 25jährigen Bestehens Herrn Regierungsrat Prof. Dr. K. Braun-Stade ihre silberne Medaille verliehen.

Dr. W. Rudolf habilitierte sich an der Universität Halle und wurde als Direktor del Instituto fitotecnico de la Universidad de la Plata, Santa Catalina, nach Argentinien berufen.

Beitrag zur Morphologie und Systematik der Hafersorten.

Von

Abraham Kaufer.

(Aus dem Laboratorium für Sortenkunde der Biologischen Reichsanstalt
für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem.)

Inhalt.

	Seite
Einleitung: Geschichtlicher Überblick	349
1. Versuchsanstellung	352
2. Wachstumstypen	355
3. Die Behaarung der Ränder des Spreitengrundes	356
4. Die Blattfarbe	365
5. Die Deformation des Rispenhüllblattes	366
6. Die Behaarung des obersten Halmknotens	366
7. Die Rispenform	369
8. Die Kornfarbe	380
9. Die Kornform	382
10. Die Behaarung der Kornbasis	388
11. Die Behaarung des Stielchens	395
12. Die Begrannung	396
13. Die Körnerzahl im Ährchen	398
14. Der Beginn des Rispenschiebens	401
Zusammenfassung der Ergebnisse	401
Beschreibung der einzelnen Sorten nach den untersuchten Merkmalen	408
Literaturverzeichnis	416
Anhang	418

Einleitung.

Geschichtlicher Überblick.

Die Morphologie und Systematik der Hafersorten nimmt in der allgemeinen Sortensystematik und Morphologie der Getreidearten einen besonderen Platz ein. Alle, die sich mit diesem Zweige der speziellen Botanik befaßt haben, waren sich über die Hindernisse, die ihnen hier begegneten, vollkommen klar. Die Haupt-

schwierigkeit wird wohl in der von den anderen Getreidearten abweichenden Gestalt des Fruchtstandes des Hafers, in der Rispe, zu suchen sein. Während die starre fast unveränderliche Ährenform des Roggens, des Weizens und der Gerste schon gewisse sehr wichtige Anhaltspunkte für die Sortengruppierung bietet, hat die schwankende unbeständige Rispenform einen begrenzten systematischen Wert. Damit ist zu erklären, daß die ersten ernstesten Versuche einer Systematisierung der Hafersorten erst sehr spät einsetzten.

Im Jahre 1885 ist ein bemerkenswerter Anfang von Körnicke und Werner (17) in ihrem „Handbuch des Getreidebaues“ gemacht worden. Die morphologischen Merkmale, nach denen die Gruppierung von 29 Hafervarietäten vorgenommen wurde, waren folgende: Die Art des Einschließens der Karyopsen durch die Spelzen (beschalter und Nackthafer), die Begrannung der Ährchen (unbegrannt oder eingrannig und zwei- oder mehrgrannig), die Rispenform (Rispen- und Fahnenhafer), die Kornfarbe, die Körnigkeit der Ährchen und das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von borstigen Haaren an der Scheinfrucht. Zur engeren Sortencharakterisierung wurden ferner die Größe und Farbe der Rispe, des Halmes, die Breite und Länge der Scheinfrucht, Spelzengehalt, Farbe und Zahl der Blätter und Vegetationsdauer herangezogen.

Auch Denaiffe und Sirodot (7) dehnten ihre Arbeiten hauptsächlich auf die Eigenschaften am Korne aus.

Auffallend ist überall die sehr schwache Berücksichtigung der Rispenform und die Verlegung des systematischen Schwerpunktes auf die Merkmale des Korns. Diesen letzten Gedanken, in seiner äußersten Konsequenz durchgeführt, finden wir bei Atterberg (1), der im Jahre 1891 sein „Neues System der Hafervarietäten“ aufstellte. Er sah seine Aufgabe, wie er einleitend hervorhebt, „neben dem botanischen Ziele“, in der Erleichterung „der Erkenntnis der Varietäten in den Haferwaren“. Die maßgebenden morphologischen Merkmale waren: Körnigkeit, Kerngehalt, Körnergröße und Kornform. Die Kornform, eines der wichtigsten Merkmale, ist von ihm genau erforscht und für die Praxis voll verwertet worden.

Wie eine Erwiderung auf diese einseitige Berücksichtigung der Kornform muten die Arbeiten der schwedischen Saatzuchtanstalt zu Svalöf an, die sich eifrig mit der Erforschung der Rispenform befaßten. Durch das Svalöfer System wurde das dunkelste Kapitel der Hafermorphologie wesentlich erhellt. Die Frage konnte zwar

nicht restlos gelöst werden; denn der Stoff selbst, die Rispenform, hat viel Problematisches an sich. Die Hafersorten weisen nicht nur ausgesprochene Steif-Sperr-Busch-Schlaff- und Fahnenrispen, sondern auch vielgestaltige Übergangstypen auf. Durch die Festlegung dieser ruhenden Punkte in der Rispenmorphologie, welche es ermöglichte, auch die nach der einen oder anderen Seite abweichenden Formen zu erkennen, kam die Wissenschaft einen großen Schritt vorwärts. Und so konnte Böhmer (3) 1909 in seinem Werke „Über die Systematik der Hafersorten“, auf den vorhergehenden Forschungen aufbauend, eine Synthese zwischen den Eigenschaften am Korn und denen an der Rispe schaffen. Er unterzog die vor ihm entdeckten Merkmale einer näheren Untersuchung und teilte die Sorten ein nach der Rispenform, Kornform, Schwere des Kornes, Länge und Breite des Kornes, Spelzengehalt, Auftreten von Doppelkörnern, prozentischem Anteil an ein-, zwei- und dreikörnigen Ährchen, Farbe des Kornes, Form und Länge des Seitenstielchens am Außenkorne, Behaarung des Kornes, speziell der Kornbasis, Gestalt der Kornbasis und Begrannung. Vornehmlich auf den wichtigsten Merkmalen, Rispen-, Kornform und Kornfarbe, errichtete Böhmer (3) sein System. Gleichzeitig gab er eine Sortendifferenzierung nach der Form des Stielchens am Außenkorne. Ein Teil der Aufgabe, welche die Systematik zu erfüllen hat, nämlich die Bildung von großen Sortengruppen, ist somit seiner Lösung nähergerückt worden.

Ein weiterer Schritt zur Klärung des systematischen Wertes der einzelnen morphologischen Merkmale und zur Feststellung der Abstammung und des gegenseitigen verwandtschaftlichen Verhältnisses der bisher wenig beachteten deutschen Sorten ist von Zade (27) in seiner Monographie „Der Hafer“ 1918 gemacht worden. Der Zadesche Sortenstammbaum „gibt über die Herkunft unserer bekanntesten Hafersorten Auskunft“.

Indessen ist die Zahl der neugezüchteten Hafersorten gewaltig gestiegen, und die Frage der Unterscheidung und Auseinanderhaltung insbesondere ähnlicher Sorten wurde immer drängender. Das Bedürfnis nach einer möglichst vollständig ausgearbeiteten Systematik trat hauptsächlich in landwirtschaftlichen Kreisen zutage, da diese vom steigenden Sortenwirrwarr am stärksten betroffen wurden. Daß eine Systematisierung nach rein morphologischen Merkmalen von Erfolg gekrönt werden kann, bewies Snell (24), der bahnbrechend auf diesem Wege voranging und Ordnung in

einem der verwirrtesten und umfangreichsten Gebiete der speziellen Botanik, in der Kartoffelsortenkunde, schuf. Warum sollte diese Methode nicht auch bei den Getreidesorten zum Ziele führen? Aus diesem Gedanken heraus ist entsprechend der Kartoffelsortenregisterkommission die Getreidesortenregisterkommission entstanden. Es wurden aber Zweifel laut, ob die große Variabilität der morphologischen Eigenschaften beim Getreide nicht die Arbeit hemmen würde. Am stärksten machten sie sich beim Hafer geltend, dessen Morphologie noch sehr wenig ergründet war. Die ersten Arbeiten zur Klärung dieser Frage tragen einen variationsstatistischen Charakter. An dieser Stelle wären zu nennen: Rudolf „Variationsstatistische Untersuchungen an Sorten und Linien von Hafer“ Halle 1926, Rademacher „Zweijährige Variationsstatistische Untersuchungen an einer Population und dreißig reinen Linien von Hafer“ Halle 1927 und Hess „Morphologische Untersuchungen an acht Hafersorten während des Wachstums und an der reifen Pflanze“ Berlin 1927.

Bei der Abfassung der vorliegenden Arbeit, die auf Anregung von den Herren Geh. Reg. Rat Prof. Dr. Appel und Reg. Rat Dr. Snell entstanden ist, ging ich von folgenden Gesichtspunkten aus:

1. Die Konstanz der schon bekannten botanisch-morphologischen Merkmale der Hafersorten sollte durch zweijährige Versuche an zwei verschiedenen Standorten geprüft werden.
2. Bis dahin unbeachtete oder ganz unbekannte Merkmale sollten erforscht und für die Systematik möglichst ausgenutzt werden.
3. Auf Grund der als brauchbar befundenen Merkmale sollte nach Möglichkeit eine detaillierte Systematik gegeben werden und
4. sollte als Endziel versucht werden auf diesem rein botanisch-morphologischen Wege Unterschiede oder die Identität zwischen verschiedenen Hafersorten festzustellen.

I. Versuchsanstellung.

Die Sortenanbauversuche wurden an zwei Stellen angelegt: in Berlin-Dahlem auf dem Versuchsfelde der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft und auf der bekannten Saatzuchtwirtschaft von Lochow in Petkus i. d. Mark. Zur Saat wurde nur Originalsaatgut verwendet, das direkt von den Züchtern

bezogen wurde. 1927 erfolgte die Aussaat der meisten Sorten in Dahlem am 24. März und in Petkus am 2. April. Die Sorten: Endreß' Frankenhafer, Günthers Weißhafer, Mettes Ligowohafer, Meßkircher Landhafer, Deister Hafer 1a/25 und 1b/25, Erbachshofer Weiß- und Gelbhafer wurden nur in Dahlem, und zwar erst am 5. April ausgesät, da sie zu spät ankamen. Von jeder Sorte wurden in Dahlem 5, in Petkus 9 Reihen gelegt. Reihenentfernung 20 cm, Körnerabstand 5 cm. Die Bodenverhältnisse waren in Petkus günstiger als in Dahlem. Die Zahl der in Dahlem ausgesäten Sorten betrug 109, in Petkus 83. Unter den Dahlemer Sorten befanden sich außer den deutschen noch sieben ausländische (davon sechs unter englischer Bezeichnung, die für mich nicht von weiterem Belange waren), deren Proben dem Sortenarchiv der Biologischen Reichsanstalt entstammten.

Zur Aussaat gelangten also folgende Sorten¹⁾:

Altmittweidaer Gelbhafer	Ebstorfer Kleyhafer
* Anderbecker Weißhafer	* Dr. Eisenschmidts Fahnenhafer
Bensings Findling-Hafer	* Endreß' Frankenhafer
Berghafer	* Engelens Gelbhafer „Kriemhild“
Beselers Hafer II	Engelens Gelbhafer „Siegfried“
Beselers Hafer III	* Erbachshofer Gelbhafer
Brandts Gretchen-Hafer	* Erbachshofer Weißhafer
Breustedts Ertragreichster Frühhafer	Fichtelgebirgs-Zuchthafer
Carstens Hafer Nr. IV	Fischers Wirchenblätter III
* C. D. Nr. 273 Cullhorses	„ „ Frühhafer XVI
* C. D. Nr. 708 Jneglum	Francks Gelbhafer ²⁾
* C. D. Nr. 748 Dwarf Cullhorses	Görsdorfer Gelbhafer
* C. D. Nr. 838 Halehell	„ „ Weißhafer
* C. D. Nr. 1815 Red Ruseproofs	* Günthers Weißhafer
* C. D. Nr. 2042 Lee	* Heines Ertragreichster Weißhafer
Dahmer Gelbhafer	Heines Gelbhafer
* Deister Hafer 1a/25	Hörnings Weißhafer
* Deister Hafer 1b/25	Jaegers Duppauer Hafer
Dietzes Gelbhafer	Janetzkis Neißegau-Hafer
Dippes Überwinder Saathafer	

¹⁾ Die mit einem Stern bezeichneten Sorten waren nur in Dahlem ausgesät.

²⁾ Nur in Petkus ausgesät.

v. Kalbens Vienauer Hafer	Pflugs Gelbhafer
Dr. Kauffmanns Gelbhafer	Probsteier Hafer
„ „ Weißhafer	P. S. G. Antifritweißhafer
* Kiemes Weißhafer	P. S. G. Bismarckhafer
* Kippenhans Odenwälder	P. S. G. Goldkornhafer
Fahnenhafer	P. S. G. Nordsternhafer
Kirsches Gelbhafer	P. S. G. Silberhafer
„ Pfiffelbacher Weißhafer	P. S. G. Viktoriahafer
Krafft's rheinischer Gelbhafer	Raeckes Weißhafer
„ „ Weißhafer	v. Reininghaus' Mauerner Früh-
Lembkes Hafer „Baldur“	gelbhafer
Leutewitzer Gelbhafer	* Rimpaus Gelbhafer
Lischower Frühhafer	Rotenburger Schwarzhafer
„ Hedwig-Hafer	Salzmünder Echohafer
„ Kürassier-Hafer	Sebenter Hafer I
v. Lochows Gelbhafer	„ „ II
Lohmanns Weender Duppauer	Selchower weißer Rispenhafer
Hafer	Sobotkaer Fahnenhafer
Lüneburger Kleyhafer „Heide-	Sperlings Sinslebener Hafer
gold“	Svalöfs Goldregenhafer
Lüneburger Kleyhafer „Kley-	Svalöfs Königshafer
könig“	„ Ligowohafer II
Lüneburger Kleyhafer „Moor-	„ Siegeshafer
zauber“	* Schrickers Gelbhafer
Mahndorfer Früher Viktoria-	„ „ Sechsamter Weiß-
Weißhafer	hafer F. 48
Mahndorfer Hafer	* Schrickers Weißhafer Nr. 39
Mansholts Hafer I	„ „ „Diethelm“
„ „ IIb	Stauffers Obersülzer Gelbhafer
„ „ III	„ „ Weißhafer
* Meßkircher Landhafer	v. Stieglers Duppauer Hafer
* Mettes Ligowo-Hafer	Streckenthiner Hafer Nr. 30
Meyer-Bornsenscher Lüneburger	„ Weißhafer Nr. 2
Kleyhafer	„ „ Nr. 9
Mittlauer Ligowo-Hafer	Strubes Schlanstedter Gelbhafer
* Moosburger Gelbhafer	„ „ Weißhafer
Niederarnbacher Gelbhafer	Wadsacks Gelbhafer
Peragis Weißhafer	Weihenstephaner Gotenhafer
* Pfarrkirchener Edelhafer	Werthers Ettersberger Gelbhafer
Pflugs Frühhafer	„ Göttinger Hafer

Vom 20. bis 23. August wurden von jeder Sorte zwanzig Hauptrispen geerntet, die das Material für die Kornuntersuchungen lieferten.

1928 erfolgte die Aussaat in Berlin-Dahlem am 28. und 30. März, in Petkus am 28. April. In dem neuen Sortenverzeichnis wurden die sieben ausländischen, sowie Heines Ertragreichster Weißhafer, der aus dem Handel zurückgezogen wurde, gestrichen. Dafür sind die folgenden deutschen Sorten und Neuzüchtungen hinzugekommen:

Aderslebener Siegfried-Hafer	Kirsches Gelbhafer III
Erbachshofer Gelbhafer St. I	Kippenhans Weißhafer
Francks Gelbhafer ¹⁾	Lichtenberger Weißhafer
Gudrun-Hafer	Malkwitzer S. Hafer
Guntram Saathafer	Nordharzer Burghafer
Hafer Neuzüchtung Nr. 105	Oberlausitzer Saatzuchthafer
Hafer Neuzüchtung Nr. 205	Pförtener Gelbhafer
Hohenheimer Hafer Nr. 5	„ Weißhafer
„ „ „ 1 a. 7	P. S. G. Albhafer
„ „ „ 1 a. 9	Rastatter Gelbhafer Neuzucht
Holländischer Schwarzhafer	Rinecker Fahnenhafer
„Präsident“	Santmannshauser Hafer
Hörnings Gelbhafer	Saxonia Weißhafer
Jägers Albhafer	Suckerts Goldhafer Nr. I
Kirsches Gelbhafer II	Wobesder Saathafer

Der Dahlemer Sortenanbauversuch zählte 129; der Petkuser 113 Sorten.

2. Wachstumstypen.

Da ich als vornehmliche Aufgabe dieser Arbeit die Prüfung und Erfassung aller morphologischen Merkmale betrachtete, die für die Sortentrennung gute Aussicht boten, unternahm ich die Untersuchungen schon in der ersten Jugendphase der Vegetation. Eine aufmerksame Betrachtung der Feldbestände führte schon zu der ersten Sortengruppierung nach dem Wachstumstypus. Ich konnte folgende Wachstumstypen unterscheiden:

¹⁾ In diesem Jahre also auch in Dahlem ausgesät.

1. Den aufrechten Typus mit steil bis schräg aufstrebenden Blättern bei fast allen deutschen Kultursorten,
2. den am Boden liegenden, in die Breite um sich greifenden mit fast horizontalen Blättern nur bei den 6 Sorten unter englischer Bezeichnung,
3. den Wachstumstypus des Rinecker-Fahnenhafers, welcher die Mitte zwischen den vorgenannten Extremen hält.

Weiterhin ging ich an die Untersuchung der Form des Blatthäutchens bei den verschiedenen Sorten. Sie erwies sich überall als ziemlich gleichbleibend. Nur eine estische Sorte machte eine Ausnahme: Dr. Eisenschmidts Fahnenhafer fiel auf durch das Fehlen der Ligula oder durch spärliche Rudimente derselben, die meist in der Form eines mittleren und zweier seitlicher Zacken waren. Auch der Übergang der Blattscheide in die Blattspreite war durch keinen deutlichen Knick gekennzeichnet, wie er sonst meist anzutreffen ist. Nur in äußerst seltenen Fällen konnte ich ein normal ausgebildetes Blatthäutchen bei den Pflanzen dieser Sorte antreffen. Auf einen ähnlichen Befund wies schon Schneider (23) hin bei zwei von ihm untersuchten Sorten: Riesen-Fahnenhafer und einem amerikanischen Hafer Golden Giant.

3. Die Behaarung der Ränder des Spreitengrundes.

Folgende Untersuchungen galten einer morphologischen Eigenschaft, die zwar von einigen Autoren flüchtig erwähnt worden ist, aber noch fast gänzlich unerforscht war: der Behaarung der Ränder des Blattspreitengrundes. Bekanntlich unterscheidet man am Haferblatte die Blattspreite und Blattscheide. Die Übergangsstelle zwischen den beiden wird „Blattspreitengrund“ oder „Blattgrund“ genannt. Sie wird durch eine farblose Partie gekennzeichnet. Gerade dieses Merkmal schien mir einer eingehenden Untersuchung wert zu sein, weil es bei einem positiven Ergebnis uns ein wertvolles Mittel in die Hand geben würde, die Sorten auf dem Felde schon zu der Zeit, wo die anderen Merkmale noch nicht in Erscheinung treten, voneinander zu unterscheiden. Bereits bei Körnicke-Werner (17) findet sich die Angabe, daß „die Blattspreite . . . am unteren Rande zuweilen mit einzelnen Haaren, auf beiden Seiten schärflich ist. Spreitengrund bewimpert oder wimperlos, abgerundet ohne Öhrchen“. Auch Dommes (8) untersuchte die

Beseler Sorten auf diese Eigenschaft hin. Er fand die Blattränder kahl, während sie beim Hopetown und Newmarket-Hafer „in ziemlicher Ausdehnung“ behaart sind. Beim Sechssämer soll „der Blattgrund“ bewimpert sein. Körnicke-Werner (17) wie Dommes (8) sprechen von einer Behaarung am „unteren Rande“ der Blattspreite und von einer Bewimperung des „Spreitengrundes“. Im Verlaufe meiner Untersuchungen konnte ich die Behaarung nur an den Rändern des Spreitengrundes feststellen. Offenbar sind unter „Spreitengrund“ auch die Ränder des Spreitengrundes zu verstehen. Tornau (26) kam zu dem Ergebnis, daß die vier Göttinger Hafersorten einen kahlen Blattgrund aufweisen. Christie (6) behauptete in seinen „Untersuchungen über alte norwegische Hafersorten“, daß „die Behaarung der unteren Blattscheiden und am Rande der Blattspreite, die bei mehreren Hafersorten vorkommt, am häufigsten und am deutlichsten bei dem Grauhafer auftrat“, ohne daß er allerdings Zahlen dafür angeben konnte. Auch Zade (27) sieht diese Art der Behaarung als Sorteneigenschaft an.

Die ersten Untersuchungen von den jungen Pflanzen fielen in den Zeitraum vom 17. bis zum 25. Mai 1927. Von jeder Sorte wurden zehn Pflanzen auf dem Felde entnommen und in einen Raum des Laboratoriums gebracht. Alle Blätter des Hauptsprosses jeder Pflanze wurden mit einer achtfach vergrößernden Lupe in der Gegend des Blattspreitengrundes auf das Auftreten von Haaren hin untersucht. Die Ränder des Blattgrundes von vielen Sorten waren kahl, bei anderen konnte ich seitlich abstehende Haare beobachten, die zuweilen in einer ziemlichen Höhe über der Basis saßen, aber meist auf die farblose Partie sich beschränkten. Einige Tage darauf wurden Stichproben zur Kontrolle vorgenommen, die dasselbe ergaben. Vom 13.—14. Juni wurden auf dieselbe Weise die Sorten in Petkus untersucht. Hier traten die Unterschiede in der Behaarung bei den verschiedenen Sorten besonders klar zutage. Die in einem fortgeschrittenen Stadium der Entwicklung sich befindenden Pflanzen boten in dieser Hinsicht ein buntes vielgestaltiges Bild. Meistens waren nicht sämtliche Blätter behaart. Oft fand ich Haare nur an 1—2 Blättern eines Haupthalmes. Bei den unbehaarten Sorten traten gelegentlich auch Pflanzen mit schwach oder in seltenen Fällen sogar stark behaarten Rändern des Spreitengrundes auf. Dagegen waren bei behaarten Sorten auch Individuen anzutreffen, die hier kein einziges Haar hatten. Aber eins konnte ich schon im Verlaufe der Petkuser

Untersuchungen finden: Die Mehrheit der Pflanzen einer jeden Sorte, in diesem Falle 6, 7, 8 von 10, zeichnete sich durch einen bestimmten für sie typischen Grad der Behaarung aus. Mit anderen Worten, die Leitform, die bei einer Sortencharakterisierung entscheidend ist, trat besonders prägnant hervor. Ich war mir auch darüber klar, was unter „Stärke der Behaarung“ zu verstehen sei. Die Art der Ausbildung der Haare, wie auch ihre Länge (0,20 bis 1,75 mm) war bei allen Sorten ziemlich gleichmäßig. Die krassesten Sortenunterschiede aber zeigten sich in der Zahl der Haare, der Haarfrequenz. Hier hatte meine eigentliche Arbeit einzusetzen.

Es waren nur zuerst einige Begriffe, die für die Methode der Untersuchung wichtig sind, festzulegen. Bei vielen Sorten konnte man mit der Lupe an den Rändern des Spreitengrundes Zacken oder Haaransätze von einer maximalen Länge von 0,20 mm wahrnehmen. Diese Sorten betrachtete ich als unbehaart, entsprechend dem Vorgehen von Snell (25), der auch die gelegentlichen Haaransätze auf den Lichtkeimen der Kartoffeln für die Systematik unbeachtet läßt. Zuweilen konnte ich dicht unter dem Öhrchen¹⁾ einzelne Haare (selten bis 6) beobachten. Diese kamen für die Gruppenbildung nicht in Betracht. Um die Methodik der Untersuchung zu vereinfachen, benutzte ich folgende Ausdrücke:

1. „Keine Haare“: 0 Haare oder Haaransätze.
2. „Ein Haar“.
3. „Vereinzelte“: 2—3 Haare.
4. „Einige“: 4—5 Haare.
5. „Mehrere“: 6 und mehr.
6. „Viele“: zahlreiche.

Die nächste Untersuchung in Dahlem war vom 22. Juni bis 9. Juli (die der später ausgesäten Sorte am 19. Juli). Sie ergab eine weitgehende Übereinstimmung mit den in Petkus erzielten Resultaten. Vom 12.—14. Juli wurden die Sorten schon in sehr gut entwickeltem Zustande 2—3 Wochen nach dem Rispschieben in Petkus geprüft. Hier machte ich die Erfahrung, daß dieser Zeitabschnitt sehr unpassend für die Untersuchung der Behaarung ist und daher die Prüfung sehr erschwert. Das betreffende Merkmal prägt sich am häufigsten an den unteren Blättern aus. Und

¹⁾ Damit ist nur die Stelle gemeint, an der bei anderen Gramineen das Öhrchen sitzt. Bekanntlich fehlt das Öhrchen beim Hafer.

gerade diese sind nach dem Rispenschieben welk, vermorscht und zusammengeschrumpft und somit die ungeeignetsten Untersuchungsobjekte. Doch die Haare sind widerstandsfähiger als das zarte Blattgewebe. Sie sind auch in dieser Wachstumsperiode zwar



Behaarung der Ränder des Blattspreitengrundes.

1. Keine Haare (aber 2 Haare unter dem „Öhrchen“). 2. Vereinzelte Haare.
3. Viele Haare.

nicht leicht, aber immerhin deutlich zu sehen. Oft fehlen die unteren Blätter ganz. Dann ist das Ergebnis verschwommen und ungenau. Trotzdem war eine Übereinstimmung mit den früheren Ergebnissen im großen und ganzen vorhanden. Als Grundlage für die kommende Gruppenbildung konnte jedoch nur die exaktere

zweite und dritte Untersuchung dienen. Die erste und die letzte wurden nur in Zweifelsfällen herangezogen.

1928 begann die Kontrollprüfung. Die erste Untersuchung in Dahlem erstreckte sich vom 4.—16. Juni, die zweite in Petkus vom 18.—21. Juni und die letzte in Dahlem vom 27. Juni bis 11. Juli. Die gewonnenen Ergebnisse deckten sich sehr gut mit denen des vorigen Jahres. Das umfangreiche Material, das sich in den beiden Jahren angehäuft hat: die meisten Sorten wurden sieben bis achtmal, also 70—80 Pflanzen je Sorte, in verschiedenen Wachstumsperioden geprüft, sprach für die Konstanz dieses morphologischen Merkmals. Damit ist die Hauptbedingung seiner Brauchbarkeit für eine Systematisierung erfüllt.

Bevor ich aber zur Sorteneinteilung komme, möchte ich an dieser Stelle einige Bemerkungen über die Methodik der Untersuchung vorausschicken:

Die Ränder des Spreitengrundes müssen sorgfältig mit der Lupe untersucht werden. Ein unerläßliches Erfordernis dabei ist: viel Licht! Die Blätter, insbesondere die unteren, sollen unversehrt und möglichst frisch sein. Die idealsten Voraussetzungen zu einer erfolgreichen Untersuchung würden unmittelbar nach dem Herausnehmen der Pflanzen auf dem Felde gegeben sein: Das Licht strömt von allen Seiten in die Lupe ein, die Blätter sind vollkommen unbeschädigt, und das Auge nimmt manches wahr, was es im Laboratorium vermißt. Der günstigste Zeitpunkt für die Untersuchung wird etwa in 14 bis 8 Tagen vor dem Rispschieben zu suchen sein: einerseits sind die Haare in dieser Wachstumsperiode fast vollkommen ausgebildet, andererseits sind die unteren Blätter dem Zersetzungsprozeß noch nicht wesentlich anheimgefallen. Das Auftreten von Haaren dicht unter dem Öhrchen, oben bereits erwähnt, unterliegt starken Schwankungen. Allgemein kann gesagt werden, daß diese Haare zuweilen auch bei den an den Rändern unbehaarten Sorten, öfter aber bei den stark behaarten anzutreffen sind.

Die Notierung der Ergebnisse wurde folgendermaßen vorgenommen: Wenn an einem oder an einigen Blättern eines Hauptalmes ein, vereinzelte oder mehrere Haare gezählt wurden, so wurde die ganze Pflanze unter die betreffende Rubrik gebracht. Traten z. B. an einem Blatt vereinzelte, am zweiten ein Haar, am dritten mehrere Haare auf, so notierte ich nur die höchste Haarfrequenz, in diesem Fall also „mehrere“.

Beim Altmittweidaer Gelbhafer fand ich z. B.

Keine Haare	1	d. h.	1	Pflanze	war unbehaart.
Ein Haar	1	„ „	1	„	wies an irgendeinem Blatt 1 Haar auf
Vereinzelte	4	„ „	4	„	wiesen an irgendeinem Blatte vereinzelte Haare auf
Einige	3	„ „	3	„	wiesen an irgendeinem Blatte einige Haare auf
Mehrere	1	„ „	1	„	wies an irgendeinem Blatte mehrere Haare auf.

Durch meine Untersuchungen kam ich zu der Überzeugung, daß 10, höchstens 20 Pflanzen 14 bis 8 Tage vor dem Rispschieben untersucht, voll ausreichen, um eine Sorte nach dieser Richtung hin zu charakterisieren.

Die Gruppierung der Sorten nach der Behaarung der Ränder des Blattspreitengrundes gestaltete sich wie folgt:

- Gruppe I: „Keine Haare“ überwiegend. Hierher gehören 55 von insgesamt 137 untersuchten Sorten.
- Gruppe Ia: Mitte zwischen I und II; 8 Sorten.
- Gruppe II: „Ein Haar“ + „vereinzelte“ + „einige“ + „mehrere“ — überwiegend; 34 Sorten.
- Gruppe IIa: Mitte zwischen II und III; 11 Sorten.
- Gruppe III: „Einige“ + „mehrere“ — überwiegend; 14 Sorten.
- Gruppe IV: „Mehrere“ — überwiegend; 7 Sorten.
- Gruppe V: „Mehrere“ — viele“, gleichmäßig an den meisten Blättern. Oft ein Viertel bis zwei Fünftel der Spreitenränder von unten nach oben behaart; 2 Sorten.
- Gruppe VI: „Viele“. Auch ein Teil der Blattscheide behaart. Hierher gehören die 6 Sorten unter englischer Bezeichnung.

Die Ausdrücke: „keine Haare“ überwiegend, „ein Haar“ + „vereinzelte“ + „einige“ + „mehrere“ — überwiegend usw. sind so zu verstehen: bei einer gegebenen Sorte überwiegen diejenigen Pflanzen, die an den Rändern des Spreitengrundes von ihren Blättern keine Haare aufweisen, oder die Mehrheit der Individuen einer Sorte besitzt an den Rändern des Spreitengrundes ein Haar, vereinzelte, einige oder mehrere. Nachstehend sind die Sorten nach den genannten Gruppen geordnet.

Gruppenbildung nach der Behaarung der Ränder des Blattspreitengrundes.

Gruppe I:

„Keine Haare“ — überwiegend.

Aderslebener Siegfried-Hafer
 Carstens Hafer Nr. IV
 Ebstorfer Kleyhafer
 Endreß' Frankenhafer
 Engelens Gelbhafer „Kriembild“
 Erbachshofer Gelbhafer St. I
 „ „ St. IV
 Fischers Wirchenblätter Früh-
 hafer XVI
 Francks Gelbhafer
 Görsdorfer Gelbhafer
 Guntram Saathafer
 Heines Gelbhafer
 Hohenheimer Hafer Nr. 1a 9
 Holländischer Schwarzhafer
 „Präsident“
 Hörnings Gelbhafer
 „ Weißhafer
 v. Kalbens Vienauer Hafer
 Dr. Kauffmanns Gelbhafer
 Kippenhans Odenwälder Fahnen-
 hafer
 Kirsches Gelbhafer III
 Kraffts rheinischer Gelbhafer
 Leutewitzer Gelbhafer
 Lichtenberger Weißhafer
 Lischower Frühhafer
 v. Lochows Gelbhafer
 Lüneburger Kleyhafer „Heide-
 gold“
 Lüneburger Kleyhafer „Kley-
 könig“
 Lüneburger Kleyhafer „Moor-
 zauber“

Mansholts Hafer I

„ „ III

Meyer-Bornsenscher Lüneburger
 Kleyhafer
 Moosburger Gelbhafer
 Niederarnbacher Gelbhafer
 Peragis Weißhafer
 Pflugs Frühhafer
 „ Gelbhafer
 Pförtener Gelbhafer
 Probsteier Hafer
 P. S. G. Antifrit Weißhafer
 P. S. G. Bismarckhafer
 P. S. G. Silberhafer
 Rastatter Gelbhafer Neuzucht
 v. Reininghaus' Mauerner Früh-
 gelbhafer
 Rimpaus Gelbhafer
 Rinecker Fahnenhafer
 Rotenburger Schwarzhafer
 Saxonia Weißhafer
 Sebenter Hafer I
 Streckenthiner Weißhafer Nr. 2
 „ „ „ 9
 Svalöfs Königshafer
 Weihestephaner Gotenhafer
 Werthers Ettersberger Gelbhafer
 „ Göttinger Hafer
 Wobesder Saathafer

Gruppe Ia:

Mitte zwischen I und II.

Anderbecker Weißhafer
 Engelens Gelbhafer „Siegfried“
 Kippenhans Weißhafer

Kirsches Pffiffelbacher Weißhafer	Streckenthiner Hafer Nr. 30
Malkwitzer S. Hafer	Strubes Schlanstedter Gelbhafer
Räckes Weißhafer	„ „ Weißhafer
P. S. G. Goldkornhafer	Suckers Goldhafer Nr. I
Svalöfs Siegeshafer	Svalöfs Goldregenhafer
	Wadsacks Gelbhafer

Gruppe II:

„Ein Haar“ + „vereinzelte“
 + „einige“ + „mehrere“ —
 überwiegend.

Altmittweidaer Gelbhafer
 Bensings Findlinghafer
 Brandts Gretchenhafer
 Dahmer Gelbhafer
 Deister Hafer
 Dippes Überwinder Saathafer
 Gudrunhafer
 Günthers Weißhafer
 Hafer-Neuzüchtung Nr. 205
 Heines Ertragreichster Weißhafer
 Janetzkis Neißegau-Hafer
 Jägers Albhafer
 Dr. Kauffmanns Weißhafer
 Kirsches Gelbhafer I
 „ „ „ II
 Lischower Kürassierhafer
 Mahndorfer Hafer
 Mansholts Hafer IIb
 Mettes Ligowo-Hafer
 Nordharzer Burghafer
 Oberlausitzer Saatzuchthafer
 P. S. G. Albhafer
 P. S. G. Viktoria-Hafer
 Salzmünder Echohafer
 Sautmannshauser Saathafer
 Sperlings Sinslebener Hafer
 Stauffers Obersülzer Gelbhafer
 Stauffers Obersülzer Weißhafer

Gruppe IIa:

Mitte zwischen II und III.

Breustedts Ertragreichster Frühhafer
 Erbachshofer Weißhafer
 Görsdorfer Weißhafer
 Lohmanns Weender Duppauer Hafer
 Meßkircher Landhafer
 Mittlauer Ligowo-Hafer
 Pfarrkirchener Edelhafer
 Schrickers Weißhafer Diethelm
 Selchower weißer Rispenhafer
 Sobotkaer Fahnenhafer
 v. Stieglers Duppauer Hafer

Gruppe III:

„Einige“ + „mehrere“ — überwiegend.

Beselers Hafer III
 Dietzes Gelbhafer
 Hafer-Neuzüchtung Nr. 105
 Hohenheimer Hafer Nr. 1a. 7
 Hohenheimer Hafer Nr. 5
 Jägers Duppauer Hafer
 Kiemes Weißhafer
 Lischower Hedwigshafer
 Mahndorfer früher Viktoria-Weißhafer
 P. S. G. Nordstern-Hafer
 Schrickers Gelbhafer

Schrickers Weißhafer Nr. 39

Sebenter Hafer II

Svalöfs Ligowo-Hafer II

Gruppe V:

„Mehrere“ — „viele“ — gleichmäßig an den meisten Blättern.

Fichtelgebirgs-Zuchthafer

Schrickers Sechssämer Weißhafer F. 48

Gruppe IV:

„Mehrere“ — überwiegend.

Berghafer

Beselers Hafer II

Dr. Eisenschmidts Fahnenhafer

Fischers Wirchenblätter III

Krafft's rheinischer Weißhafer

Lembkes Hafer „Baldur“

Pfortener Weißhafer

Gruppe VI:

„Viele“ — auch ein Teil der Blattscheide behaart.

Die 6 Sorten unter englischer Bezeichnung

Die Gruppierung ist, wie ersichtlich, nach der immer sich steigernden Haarfrequenz erfolgt. Gruppe I „keine Haare“ zeigt die niedrigste, und Gruppe VI die höchste Stufe der Behaarung. Von den deutschen Sorten fielen durch sehr starke Behaarung Fichtelgebirgszuchthafer und Schrickers Sechssämer Weißhafer F. 48 auf. Die Behaarung der 6 Sorten unter englischer Bezeichnung griff sogar auf einen Teil der Blattscheide über.

Außer den 6 voneinander ziemlich stark abstechenden Gruppen finden sich in der Einteilung noch zwei Mittelgruppen. Sie bestehen aus Sorten, deren Angehörigkeit zu den fest umrissenen nächstliegenden Gruppen nicht einwandfrei festgestellt werden konnte. Meistens hat etwa die eine Hälfte der sie zusammensetzenden Pflanzen die Behaarungsart der vorliegenden, die andere Hälfte diejenige der nachfolgenden Gruppe. Das Übergewicht zugunsten einer von diesen ist verschwindend. Die Mittelgruppen sind also von den benachbarten durchaus nicht scharf getrennt. Wenn eine dieser Sorten in allen ihren morphologischen Merkmalen mit denen einer Sorte von den Nachbargruppen sich vollkommen decken sollte, so wäre meines Erachtens ihre Angehörigkeit zur Mittelgruppe kein ausreichender Grund, um sie voneinander zu unterscheiden.

Zum Schluß möchte ich hinzufügen, daß ich in bezug auf die Sorten Beseler II und III in einen Gegensatz zu Dommes (8) gerate. Ich fand nach zweijährigen Untersuchungen ihre „unteren Blattränder“ durchaus nicht kahl, sondern ziemlich stark behaart. Dagegen konnte ich in Übereinstimmung mit Tornau (26) die Angehörigkeit der Göttinger Sorten zur Gruppe I konstatieren.

4. Die Blattfarbe.

Schon Körnicke-Werner (17) berücksichtigten die verschiedenartigen Tönungen des Blattgrüns für eine engere Sortencharakterisierung. Dommes (8) will auch feine Nuancenunterschiede in der Blattfarbe der drei Beseler Sorten gefunden haben. Allerdings möchte er bei seinen Äußerungen über dieses Merkmal Vorsicht walten lassen. Die verschiedenen Boden- und Ernährungsverhältnisse der Pflanzen und der Wechsel der Wachstumsphasen beeinflussen beträchtlich die Farbe der Blätter. Außerdem ist die Feststellung der Farbenunterschiede nur bei größeren Feldbeständen und bei bestimmten Lichtverhältnissen möglich. Mit Recht betont Dommes (8), daß die Untersuchungen sich nur auf voll ausgebildete Blattspreiten erstrecken dürfen, deren Farbe keinen weiteren Veränderungen unterworfen ist. Zade (27) gibt eine bedingte Abhängigkeit dieser Eigenschaft von der Sorte zu.

Ich bemühte mich auch, die sich hier ergebenden Sortenunterschiede zu erfassen. Aus den Vergleichsbeobachtungen zwischen den Dahlemer und den Petkuser Sorten in verschiedenen Wachstumsperioden, insbesondere in der Phase kurz vor dem Rispen-schieben, konnte ich folgende Schlüsse ziehen:

Die Blattfarbe innerhalb ein und derselben Sorte ist durchaus nicht einheitlich. Die kleinsten Abweichungen in den Boden- und Ernährungszuständen auf dem engbegrenzten Standorte einer jeden Sorte kommen unverkennbar in der Färbung der Blätter zur Geltung. Die Pflanze besitzt in der Blattfarbe ein sehr feines und empfindliches Reagens auf die Ernährungsbedingungen. Die meisten Sorten fielen durch die teils dunkleren, teils helleren Tönungen des Blattgrüns innerhalb der Sorte auf. Nur in einigen extremen Fällen stellte sich dieses Merkmal als unleugbare Sorteneigenschaft heraus. Sowohl in Dahlem als auch in Petkus fiel in die Augen die sehr hellgrüne Farbe von Fichtelgebirgszuchthafer, Görsdorfer Gelbhafer, Holländischem Schwarzhafer „Präsident“, Meßkircher Landhafer, Rinecker Fahnenhafer und Schrickers Sechssämer Weißhafer F. 48. Wie wir weiter sehen werden, sind in dieser Gruppe alle Schlaffrispen-, ein Buschrispen-, ein Fahnenhafer, aber kein einziger Steifrispenhafer vertreten. Rotenburger Schwarzhafer und Sebenter Hafer I hoben sich durch die blaugrüne Farbe ihrer Blätter von allen andern ab.

Auch diese Farbenunterschiede sind am sichersten bei gedämpftem, nicht direkt fallendem Licht wahrnehmbar.

5. Die Deformation des Rispenhüllblattes.

Das oberste Blatt, das Rispenhüllblatt, zeigt oft beim Hafer gewisse Formveränderungen an der Spitze. Verschiedene Erklärungen sind für diese Erscheinung gegeben worden. Heß (15) machte die Beobachtung, daß die Formabweichungen entweder als Spaltung oder als scharfe Knickung der Spitze zum Ausdruck kommen. Es ergaben sich dabei auffallende Unterschiede zwischen den acht von ihm untersuchten Sorten. Die deformierten Rispenhüllblätter von zwei Gelbhafersorten (v. Lochows Gelbhafer und Pflugs Frühhafer) hatten Spaltungen, während die übrigen Weißhafersorten meist Knickungen an der Spitze aufwiesen.

Ich untersuchte im Sommer 1928 alle angebauten Sorten auf diese Eigenschaften hin. Die Feststellung von Heß (15) in bezug auf die acht Sorten bestätigten sich in vollem Umfange. Nun war aber die Zahl der deformierten Blätter äußerst gering, so daß ich von einer Sorteneinteilung von diesem Gesichtspunkte aus absehen mußte.

6. Die Behaarung des obersten Halmknotens.

Im Verlauf meiner letzten Untersuchungen der Haupthalme auf die Behaarung der Ränder des Spreitengrundes im Jahre 1927 stieß ich auf die Tatsache, daß auch der oberste Halmknoten zuweilen behaart ist. Die Haare dehnten sich oft kranzförmig oberhalb und unterhalb des Knotens aus. Es waren gerade solche Sorten zur Hand, die in dieser Beziehung annähernd das gleiche zeigten. Nach kurzer Zeit brach ich die Untersuchungen ab. Inzwischen erschien die oben erwähnte Arbeit von Heß (15), der als erster überzeugend auf die sortendiagnostische Bedeutung dieses Merkmals aufmerksam machte. Er stellte innerhalb seiner acht Sorten zwei Gruppen auf: die am obersten Halmknoten behaarte und die unbehaarte.

Daraufhin habe ich im Jahre 1928 die Dahlemer Sorten vom 27. Juni bis 11. Juli, die einen Monat später ausgesäten Petkuser vom 10.—12. August untersucht. Von jeder Sorte wurden je zehn Pflanzen entnommen und die obersten Knoten der Haupthalme auf die Behaarung hin mit der Lupe untersucht. In bester Übereinstimmung mit Heß (15) fand ich die Sorten: v. Kalbens Vienaer Hafer, Streckenthiner Weißhafer Nr. 2 und Lischower

Frühhafer vollkommen unbehaart, während die von ihm untersuchten übrigen mehr oder minder behaart waren.

Es stellte sich heraus, daß bei den sehr stark behaarten Halmen oft auch der zweitoberste Knoten in schwächerem Maße Haare hatte. Ich traf Halme an, die oberhalb wie unterhalb ihrer obersten Knoten Haarkränze besaßen, was sehr oft bei stark bis mittel behaarten Sorten der Fall war. Es gab auch solche, die entweder nur oben oder unten den Haarkranz ausgebildet hatten. Endlich waren viele gänzlich unbehaart. Die Dahlemer Sorten waren durchweg absolut viel stärker behaart als die Petkuser. Aber relativ war die Abstufung in der Behaarungsstärke bei den verschiedenen Sorten an beiden Orten dieselbe. Dagegen war die Behaarungsstelle häufig ziemlich unbeständig innerhalb ein und derselben Sorte. Ich konnte z. B. in Dahlem oft bei einer Sorte den Sitz der Haare oberhalb und unterhalb und in Petkus teilweise oberhalb, teilweise unterhalb des Halmknotens feststellen. Der Haarkranz selbst konnte aus vereinzelt oder aus unzählbar vielen Haaren bestehen.

Eine häufigere Beobachtung ließ bedeutende Sortenunterschiede erkennen. Die Behaarung war: (I) stark bis mittel, (II) schwach bis sehr schwach, (III) gleich null. Der Rahmen dieser Gruppen ist sehr weit gespannt. Ich konnte in der ersten Gruppe noch sehr starke, sowie mittlere, innerhalb der zweiten schwache und sehr schwache Behaarung abstufen. Diese Detaillierung dürfte durch weitere Untersuchungen bestätigt werden.

Außer den drei Gruppen ist noch eine vierte zu erwähnen, welche zwischen II und III steht.

Gruppenbildung nach der Behaarung des obersten Halmknotens.

Gruppe I:		Dietzes Gelbhafer
Stark bis mittel; 75 Sorten.		Endreß' Frankenhafer
Altmittweidaer Gelbhafer		Engelens Gelbhafer „Kriemhild“
Bensings Findlinghafer		„ „ „Siegfried“
Beselers Hafer II		Erbachshofer Gelbhafer St. I
„ „ III		„ „ „ „ IV
Breustedts Ertragreichster Frühhafer		„ Weißhafer
Carstens Hafer Nr. IV		Fischers Wirchenblatter III
Dahmer Gelbhafer		„ „ Frühhafer XVI

Francks Gelbhafer	Pförtener Gelbhafer
Görsdorfer Gelbhafer	„ Weißhafer
„ Weißhafer	Probsteier Hafer
Gudrun-Hafer	P. S. G. Bismarck-Hafer
Guntram-Saathafer	„ Nordstern-Hafer
Hafer-Neuzüchtung Nr. 105	Rastatter Gelbhafer-Neuzucht
Heines Gelbhafer	v. Reininghaus' Mauerner Früh-
Hohenheimer Hafer Nr. 5	gelbhafer
„ „ „ 1 a. 7	Rimpaus Gelbhafer
„ „ „ 1 a. 9	Salzmünder Echo-Hafer
Hörnings Gelbhafer	Schrickers Weißhafer Nr. 39
Jägers Albhafer	„ „ Diethelm
„ Duppauer Hafer	Sebenter Hafer II
Dr. Kauffmanns Gelbhafer	Selchower weißer Rispen-Hafer
Kiemes Weißhafer	Stauffers Obersülzer Gelbhafer
Kippenhans Odenwälder Fahnen-	Streckenthiner Hafer Nr. 30
hafer	Strubes Schlanstedter Gelbhafer
Kirsches Gelbhafer I	Svalöfs Goldregenhafer
„ „ II	„ Königshafer
„ „ III	„ Ligowohafer II
Kraffts rheinischer Gelbhafer	Wadsacks Gelbhafer
„ „ Weißhafer	Weihenstephaner Gotenhafer
Lembkes Hafer „Baldur“	Werthers Ettersberger Gelbhafer
Leutewitzer Gelbhafer	
v. Lochows Gelbhafer	
Lüneburger Kleyhafer „Heide-	
gold“	
Mahndorfer früher Viktoria-	
Weißhafer	
Malkwitzer S. Hafer	
Mansholts Haver I	
„ „ III	
Mettes Ligowo-Hafer	
Mittlauer Ligowo-Hafer	
Moosburger Gelbhafer	
Niederarnbacher Gelbhafer	
Peragis Weißhafer	
Pfarrkirchener Edelhafer	
Pflugs Frühhafer	
„ Gelbhafer	

Gruppe II:

Schwach bis sehr schwach;
29 Sorten.

Aderslebener Siegfried-Hafer
Anderbecker Weißhafer
Berghafer
Brandts Gretchenhafer
Deister-Hafer
Dippes Überwinder-Saathafer
Günthers Weißhafer
Hafer-Neuzüchtung Nr. 205
Hörnings Weißhafer
Dr. Kauffmanns Weißhafer
Kippenhans Weißhafer
Kirsches Pfiffelbacher Weißhafer

Lichtenberger Weißhafer
 Lischower Hedwigshafer
 „ Kürassierhafer
 Lohmanns Weender Duppauer-
 Hafer
 Mahndorfer Hafer
 Mansholts Haver II b
 Meyer-Bornsenscher Lüneburger
 Kleyhafer
 Nordharzer Burghafer
 Oberlausitzer Saatzuchthafer
 P. S. G. Viktoria-Hafer
 Raeckes Weißhafer
 Sautmannshauser Hafer
 Sperlings Sinslebener Hafer
 Stauffers Obersülzer Weißhafer
 v. Stieglers Duppauer Hafer
 Suckerts Goldhafer Nr. I
 Werthers Göttinger Hafer

Gruppe IIa:

Mitte zwischen II und III;
 7 Sorten.

Holländischer Schwarzhafer
 „Präsident“
 Janetzki's Neißegau-Hafer
 P. S. G. Albhafer

Rinecker Fahnenhafer 1899
 Strubes Schlanstedter Weißhafer
 Svalöfs Siegeshafer
 Wobesder Saathafer

Gruppe III:

Unbehaart; 18 Sorten.

Ebstorfer Kleyhafer
 Fichtelgebirgs-Zuchthafer
 v. Kalbens Vienaer Hafer
 Lischower Frühhafer
 Lüneburger Kleyhafer „Kley-
 könig“
 Lüneburger Kleyhafer „Moor-
 zauber“
 Meßkircher Landhafer
 P. S. G. Antifrit-Weißhafer
 „ Goldkornhafer
 „ Silberhafer
 Rotenburger Schwarzhafer
 Saxonia-Weißhafer
 Schrickers Gelbhafer
 „ Sechssämer-Weißhafer
 F. 48
 Sebenter Hafer I
 Sobotkaer Fahnenhafer
 Streckenthiner Weißhafer Nr. 2
 „ „ „ 9

7. Die Rispenform.

Bis zur Veröffentlichung der Arbeiten von der schwedischen Saatzuchtanstalt Svalöf steckte die Erforschung der Rispenform noch in den ersten Anfängen. Die Wissenschaft hielt Schritt mit der praktischen Laienansicht. Sie nahm wie diese zwei Grundformen, Fahnen- und Rispenhafer, an, deren krasse Verschiedenheit ihr sogar Anlaß zur völligen Artentrennung gab. Erst das Svalöfer System schuf, wie schon in der Einleitung betont, einigermaßen Klarheit in dieser Frage. Die Svalöfer Rispentypen und ihre Er-

läuterung sind von solcher Wichtigkeit, daß sie hier (nach Fruwirth, 13) wiedergegeben werden müssen:

„1. Fahnenhafer, Rispe federartig, d. h. lang und schmal, einseitswendig, mit steil aufgerichteten, zusammengezogenen Hauptästen, häufig überhängend, kammartig. Körner 2—1 je Ährchen, klein und hart, mehr oder weniger schlank, spulenförmig, kurz zugespitzt. Im allgemeinen spät reifend. Halm hart und steif.

2. Steifrispenhafer, Rispe steifrispig, d. h. kurz und weit, einseitig pyramidenartig, etwas überhängend, mit schräg aufsteigenden kräftigen Hauptästen; Spitze reich. Körner 3—2 je Ährchen, groß, voll, mehr oder weniger oval, stumpf zugespitzt. Im allgemeinen mittelfrüh reifend. Halm gut, zureichend steif.

3. Spreizrispenhafer¹⁾, Rispe spreizrispig, d. h. lang und buschig, allseitig pyramidenartig, mit langen, schwächtigen, schwach aufsteigenden oder (zumindest zuletzt) hängenden Hauptästen; Spitze mager, vielfach stark überhängend. Körner 3—1 je Ährchen, sehr lang, aber schmal und mager, besonders lang zugespitzt. Oft früh reifend, einige Sorten jedoch spät reifend. Halm gewöhnlich schwach.

4. Sperrrispenhafer, (Klotzhafer). Rispe sperrispig, d. h. spreizig, allseits wendig, am Umfange oval, mit bogenförmig aufsteigenden, kahlen spröden, unregelmäßig gekrümmten Hauptästen und stark abstehenden Seitenzweigen; Spitze kurz, etwas geneigt. Körner 1—2 je Ährchen, kurz, dick, hart, beinahe ganz von den Spelzen umschlossen (geschlossen), stumpf und kurz zugespitzt. Zeitig reifend. Halm schwach und zerbrechlich.

5. Schlaffrispenhafer, Rispe schlaffrispig, d. h. lang, allseitswendig schlank pyramidenförmig, mit verhältnismäßig kurzen, wagerecht hängenden, schwachen Hauptästen. Körner 1—2 je Ährchen, recht klein, aber vielfach voll, oval, stumpf oder scharf zugespitzt. Entweder sehr zeitig oder ganz spät reifend. Halm in der Regel schwach.“

Jeder Rispentyp ist durch weißkörnige und schwarzkörnige Formen vertreten.

Das auf diese fünf Eckpfeiler sich stützende systematische Gebäude, durch reiche Erfahrungen mit nicht deutschen Sorten fundiert, das vor unserem geistigen Auge mit seinen scharfgezogenen Linien so klar dasteht, geriet doch ins Wanken, als man an seine praktische Anwendung auf neuere deutsche Sorten ging. Böhmer (3)

¹⁾ = Buschrispenhafer.

setzte bei all seiner Anerkennung der Svalöfer Verdienste zuerst mit einer gründlichen Kritik ein. Vor allem schien ihm eine gewisse Starrheit dem System anzuhaften. Es enthält keine Hinweise, wo man die zahlreichen Übergänge zwischen den fünf Typen unterbringen soll. Und auch „innerhalb der Svalöfer Typen zeigen die zugehörigen Sorten nicht immer ein einheitliches Gepräge“. So enthält der Steifrispenhafer zwei deutlich voneinander gesonderte Gruppen: den robusteren Probsteier Typ und den zarteren Leutewitzer Typ. Auch im Korn und in der Spelzenform prägen sich Unterschiede aus. Es gibt auch zweierlei Sperrrispenhafer: mit Kurzkorn- und Gerstenkornform. Er unterscheidet innerhalb des Schlaffrispenhafers einen mit Spitzkornform und einen vom Typ des französischen Schwarzhafers. Auch der Fahnenhafer soll verschiedene Typen aufweisen. Von Nachteil ist, daß die Rispenformen nur in „ursprünglichem Zustande“, d. h. während des Reifens auf dem Felde, zu unterscheiden sind. Ferner wird die Gruppierung durch den Umstand erschwert, daß nur die Hauptrispen die typischen Formen annehmen. Für die Beurteilung der Rispenform einer Sorte gibt Böhmer (3) zwei Faktoren als maßgebend an. Die Stellung der Äste zur Rispenstiel, die seiner Meinung nach von der Ausbildung der „Schwellpolster“ an der Basis der Äste abhängt, und der aufrechte oder geneigte Bau der Rispe. Fruwirth (13) beobachtete das Vorkommen von einseitswendigen Rispen innerhalb Sorten mit allseitswendigen Rispen. Zade (27) schließt sich der Kritik Böhmers an, hinsichtlich der Schwierigkeiten, die sich durch das Fehlen von Erläuterungen für die Übergänge ergeben. Er tritt auch für eine einheitliche klare Nomenklatur der Rispentypen ein. Die Typentrennung beim Fahnenhafer hält Zade (27) entgegen der Ansicht Böhmers (3) für undurchführbar. Aber eine Trennung der Steifrispenhafer in drei Gruppen wird in Vorschlag gebracht:

1. Die einseitswendige Steifrispe vom Probsteier Typ,
2. die einseitswendige Steifrispe vom Leutewitzer Typ,
3. die allseitswendige Steifrispe vom Typ Beseler III.

Die Böhmersche Einteilung der Sperr- und Schlaffrispenhafer findet auch bei Zade Anklang.

Die Frage über die Verzweigung der Rispe und ihre Beziehung zu den aufgestellten Rispentypen wurde von Fernekess (9) eingehend erörtert. Hess (15) hielt es für angebracht, die Verzweigungsverhältnisse der Rispe besonders zu berücksichtigen.

In dem Bestreben, das Svalöfsche System auf die zahlreichen deutschen Sorten zur Anwendung zu bringen, ging ich von dem Gedanken aus, daß die Rispenform unter drei Gesichtspunkten beurteilt werden müsse:

1. die Stellung der Äste zur Hauptspindel, d. h. ihr Steifheitsgrad,
2. der Rispenumriß: einseits- oder mehrseitswendig,
3. der Stand der Hauptachse: aufrecht oder geneigt.

Bei der Betrachtung des Steifheitsgrades (1.) der verschiedenen Rispenformen tauchte die Frage auf, was unter den Svalöfer Begriffen „steif“, „stark abstehend“, „schwach abstehend“ und „schlaff“ zu verstehen sei. Mit anderen Worten, in welchen Grenzen bewegen sich die Zahlen, welche die Größe der Winkel zwischen der Hauptachse und den Zweigen bezeichnen? Darauf konnte nur mit Winkelmessungen geantwortet werden. Schon bei den ersten Messungen stellte sich heraus, daß die Hauptäste meistens viel steiler als die Nebenäste gerichtet waren. Deshalb wurden die Winkel der Hauptäste von den vier untersten Quirlen und die entsprechenden Nebenäste jede für sich gemessen. Die Hauptäste der Steifrispen bildeten meist Winkel von $0-30^\circ$, während die Winkel der Nebenäste $70-80^\circ$ oft erreichten. Bei den Schlaffrispen konnte ich für die Winkel der Hauptäste meist $70-110^\circ$, für diejenigen der Nebenäste $70-180^\circ$ notieren. Leider waren die Untersuchungen mit großen technischen Schwierigkeiten verbunden. Die große Anzahl der Sorten erlaubte nicht, genügendes Material von jeder Sorte zu verarbeiten. Es kam noch hinzu, daß alle Sorten in einigen Tagen hintereinander abgefertigt werden mußten, da bei Eintritt in ein fortgeschrittenes Stadium der Reife und bei ungünstigem Witterungswechsel sich Abweichungen ergeben hätten. Aber bei all der geringen zahlenmäßigen Ausbeute der Messungen hatten sie doch einen großen erzieherischen Wert für das Auge. Nach kurzer Zeit intensiver Betätigung auf diesem Gebiete erlangt man die Erfahrung und Routine, die für eine richtige Schätzung der Rispenform unerlässlich ist.

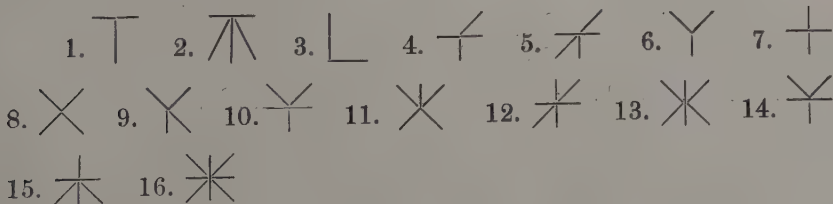
Auch Tornau (26) stellte Winkelmessungen an, um die Rispenform seiner vier Göttinger Sorten zu ermitteln. Sie bezogen sich nur auf die Winkel, welche die Hauptäste der drei unteren Stufen mit der Rispenachse bildeten. Die Äste, die in einem Abstände von 40° von der Hauptachse sich befanden, bezeichnete er als „steil“, solche mit Winkel von $40-50^\circ$ als „schräg“ gerichtet.

Die Steifrispigkeit einer jeden Sorte stufte er nach dem Prozentsatz der in ihr vorkommenden steilen und schrägen Hauptäste ab. So ermittelte Tornaau (26) bei Sorte I in der untersten Stufe 37% steile und 20% schräge Äste, die ihr den Stempel einer Steilrispe gaben.


Nach meinen Erfahrungen ist die Zahl 40—50° für die Winkel zwischen den Hauptästen und der Rispenachse einer Steifrispe zu hoch gegriffen. Die Winkel dieser Größe konnte ich z. B. meist nicht nur bei einem Sperrispenhafer, wie Lischower Frühhafer, sondern auch sehr häufig bei einem ausgesprochenen Buschrispenhafer, wie v. Kalbens Vienauer, feststellen.

Wenden wir uns jetzt dem zweiten Faktor zu, der für die Bestimmung der Rispenform von Belang ist, dem Umriß der Rispe. Dieser wird durch die Einseits- oder Mehrseitswendigkeit der Äste bedingt. So bezeichnete man in Svalöf den Steifrispenhafer als „einseitig pyramidenartig“, die Schlaffrispe als „allseitswendig pyramidenförmig“. Zade (27) bestritt die ausschließliche Einseitswendigkeit der Steifrispe.

Das Fehlen von klaren scharf umschriebenen Begriffen für die Prüfung dieser Eigenschaft machte sich am Anfang meiner Untersuchungen stark bemerkbar. Ich versuchte, durch folgende Methode den Einfluß subjektiver Eindrücke möglichst einzuschränken. Bei der Beobachtung des Rispenumrisses von der Spitze der Spindel aus nimmt man eine Anzahl von Seiten der Pyramide wahr, die nach verschiedenen Richtungen gewendet sind. Diese werden von den stufenartig übereinander laufenden gleichgerichteten Seitenzweigen gebildet. Selbstverständlich können ein oder zwei Äste für die Bildung einer Seite nicht in Betracht kommen. Die Mindestzahl der Äste beläuft sich auf drei. Wenn man sich einen Querschnitt durch die Rispen- und die Seiten denkt, erhält man verschiedene Ausdrucksformen für die Ästewendigkeit. Im Resultat meiner Beobachtungen konnte ich folgende Querschnittsformen, in die sich die überwiegende Mehrheit der Rispenumrisse praktisch einordnen läßt, finden:



Die Figuren:  veranschaulichen die ausgesprochen einseitswendigen Rispenformen.

Die  bezeichnen den Übergang von der Einseits- zur Mehrseitswendigkeit.

Alle übrigen bringen die mannigfache Mehrseitswendigkeit zum Ausdruck.

Unter Zugrundelegung dieser Hilfszeichen wurden auf dem Felde während des Reifens die Untersuchungen vorgenommen. In den Jahren 1927, 1928 wurden in Dahlem je 15 Hauptrispen jeder Sorte auf ihren Umriß hin geprüft. 1928 wurden auch in Petkus Stichproben zur Kontrolle gemacht. Beim Vergleich der zweijährigen Ergebnisse miteinander fielen mir zuerst einige Allgemeinerscheinungen auf. Die Anzahl der Seiten war umso größer, je reicher verzweigt und dichter besetzt die Rispen einer Sorte auftraten. Das war bei vielen Steifrispenhafern der Fall. Dagegen traf ich eine relativ kleine Anzahl von Seiten bei den meisten Busch- und Schlaffrispenhafern an. Die Svalöfer Betonung der Allseitswendigkeit der letzteren ist leicht dadurch zu erklären, daß ihre langen, wenig verzweigten Äste und der Bau der Rispe an sich das Bild übersichtlicher machen und den Eindruck von mehr gleichmäßigen schärfer hervortretenden Seiten hinterlassen. Jede Seite fällt in die Augen, aber ihre Zahl selbst ist geringer als die bei den Steifrispenhafern. Außerdem konnte ich für die Beobachtung, daß einseitswendige wie mehrseitswendige Rispen in fast jeder Sorte vorkommen, eine Bestätigung finden.

Nun handelt es sich darum, ob die Mehrheit der Hauptrispen einer jeden Sorte sich in dieser Beziehung konstant verhält. Viele Sorten wiesen eine leidliche Konstanz auf, aber auch viele ließen sie vollkommen vermissen. Als Beispiele seien an dieser Stelle angeführt:

Endreß' Frankenhafer:

1927 in Dahlem meist einseitswendig,
1928 " " " mehrseitswendig,
1928 " Petkus, " einseitswendig.

Krafft's rheinischer Weißhafer:

1927 in Dahlem, meist mehrseitswendig,
1928 " " " einseitswendig,
1928 " Petkus, " mehrseitswendig.

Lüneburger Kleyhafer „Heidegold“:

- 1927 in Dahlem, meist einseitswendig,
- 1928 „ „ „ mehrseitswendig,
- 1928 „ Petkus, „ mehrseitswendig.

Pflugs Frühafer:

- 1927 in Dahlem, meist einseitswendig,
- 1928 „ „ „ mehrseitswendig,
- 1928 „ Petkus, „ mehrseitswendig.

Solcher Widersprüche, die zwischen den Dahlemer Ergebnissen selbst und zwischen den Dahlemer und denjenigen von Petkus vorhanden waren, gab es überreich. Ich war mir darüber klar, daß eine Sorteneinteilung nach der Wendigkeit höchst anfechtbar sei. Hierin bekräftigten mich auch die oft vorkommenden Gegensätze in den Sortenbeschreibungen verschiedener Autoren:

Francks Gelbhafer. Fischer und Mickel (11) schreiben ihm eine allseitswendige Steifrispe zu, das D. L. G.-Hochzuchtregister 1928 dagegen eine einseitswendige Rispenform.

Probsteier Hafer. Fischer und Mickel (11) bezeichnen seine Rispe als allseitswendig. Ich fand dasselbe. Zade (27) stellt ihn als den Typ der einseitswendigen Steifrispe dar.

Leutewitzer Gelbhafer. Nach Fischer und Mickel (11) hat er eine fast allseitswendige Rispe. Nach Zade (27) ist sie einseitswendig. Meine Ergebnisse schließen sich denen von Fischer und Mickel an.

Die Meinungsverschiedenheiten in der Frage des Rispenumrisses bei verschiedenen Sorten würden an sich nicht wundernehmen, genau so, wie die Beurteilung der Rispenformen im allgemeinen (d. h. die Zugehörigkeit einer Sorte zum Steif-, Busch- oder anderem Rispentyp) bei verschiedenen Forschern auch oft abweichend ausfällt. Aber, daß der Umriss von Sorten, wie Leutewitzer Gelbhafer und Probsteier Hafer, die Zade (27) als Musterbeispiele und Typen der Einseitswendigkeit hinstellt, so grundverschieden aufgefaßt wird, ruft sicherlich Zweifel wach über die Zweckmäßigkeit der Gruppierung unter einem solchen Gesichtspunkte.

Auch dem dritten Faktor, dem aufrechten oder geneigten Bau der Rispe, konnte keine Konstanz nachgewiesen werden. Schon Tornau (26) führte das Vorkommen von Rispen mit einer „sichelförmigen Krümmung der Hauptachse“ innerhalb seiner sonst aufrechten Sorten auf äußere Einwirkungen zurück. Im Verlaufe meiner Beobachtung überzeugte ich mich, daß dies für fast alle

angebauten Sorten zutrifft. Während die Sorten auf dem leichten Dahlemer Boden meist eine aufrechte Rispenachse zur Schau trugen, waren sie sehr häufig unter den bedeutend günstigeren Ernährungsbedingungen in Petkus in ihrer Rispenstiel stark gekrümmt. Nur zwei Sorten machten hiervon eine Ausnahme: Erbachshofer Weißhafer und Pfarrkirchener Edelhafer. In Dahlem und in Petkus zeigten ihre Rispen eine sichelförmig gekrümmte Form auf. Auch nach Fischer und Mickel (11) ist der Pfarrkirchener Edelhafer durch die stark geneigten „Spitzen der Rispenäste“ gekennzeichnet.

Zusammenfassend kann folgendes festgestellt werden:

Als lediglich konstantes morphologisches Merkmal hat sich die Stellung der Seitenzweige zur Hauptstiel erwiesen. Trotz der üppigeren Ernährungsverhältnisse, welche die Pflanzen in Petkus vorfanden, und ungeachtet der viel später erfolgten Aussaat und entsprechend vorgerückter Beobachtungszeit im zweiten Versuchsjahre daselbst, hatten sie die annähernd gleiche Rispenform wie in Dahlem. Nicht alle Hauptrispen einer jeden Sorte ähnelten sich. Es waren fast immer die mannigfachsten Übergänge von Steif- zu Sperr-, Busch- und Schlaffrispen vorhanden. Aber die Leitform, um die sich die Mehrheit der Individuen gruppierte, schälte sich nach einiger Übung der Beobachtung meist klar heraus.

Bei der Gruppierung innerhalb des Steifrispenhafers ließ ich mich von dem Standpunkte leiten, daß auf die Grobheit bzw. die Feinheit des Habitus besonderer Nachdruck gelegt werden muß, und ich richtete mich nach den zwei alten Böhmischen groben robusten Probsteier- und feineren zarteren Leutewitzer Typen. Außerdem konnte ich noch einen dritten ziemlich klar ausgeprägten Typ erkennen, nämlich den von der Art Svalöfs Goldregen. Schon Böhmer (3) vertrat die Ansicht, daß „letztere Sorte (Svalöfs Goldregen) vielleicht schon einen Übergang gewissermaßen zu der vorhergenannten (Probsteier-) Gruppe bildet“. Ich hielt die Einführung dieser dritten Gruppe für sehr angebracht, da eine ganze Anzahl von Sorten in ihrem Gesamthabitus dem Svalöfs Goldregen glichen, welcher gröber als der Leutewitzer, aber feiner als der Probsteier Hafer ist.

Ich muß noch eine Steifrispensorte nennen, die durch das eigenartige Aussehen ihrer Rispe Aufsehen beim Beobachter erregt und ganz von dem Üblichen abweicht. Es ist Sebenter Hafer I, der in den beiden Jahren in Dahlem und in Petkus durch die

grünblaue Farbe während der Grünreife, kurze gedrungene, besonders harte, durch oft wagerecht abstehende Ährchen ausgezeichnete Form seiner Rispe auffiel.

Eine weitere Gruppe enthält Sorten, welche die Buschrispenform oder Übergangsformen von Steif- zu Buschrispe aufweisen. Bei den letzteren waren viel ausgesprochene Buschrispen und auch viel Übergänge anzutreffen, und es war nicht gut möglich, sie in eine besondere Gruppe einzureihen. Es gehören hierher auch einige Sperrispenhafer, die gewissermaßen als Übergangsform zwischen Steif- und Buschrispenhafer aufzufassen sind. Ferner wurden die Schlaffrispenhafer und Fahnenhafer getrennt. Es ergaben sich also insgesamt folgende Gruppen:

Gruppe I: Fahnenhafer; 5 Sorten.

Gruppe II: Steifrispenhafer vom Leutewitzer Typ Böhmers. Gesamthabitus fein. Sie enthält nicht immer ausgesprochene Steifrispenformen. Sehr häufig kommen Übergänge von Steif- zu Sperrispe vor. 23 Sorten.

Gruppe III: Steifrispenhafer von Svalöfs Goldregentyp. Gesamthabitus mittelfein. Übergänge von Steif- zu Sperrispe sehr zahlreich. 11 Sorten.

Gruppe IV: Steifrispenhafer vom Probsteier Typ Böhmers. Gesamthabitus grob und robust, meist ausgesprochene Steifrispen. 52 Sorten.

Gruppe V: Buschrispenhafer oder Übergang von Steif- zu Buschrispe. 35 Sorten.

Gruppe VI: Schlaffrispenhafer und Übergang von Busch- zu Schlaffrispe. Durch die hellgelbgrüne Farbe während des Reifens gekennzeichnet. 4 Sorten.

Hierbei möchte ich meine Übereinstimmung im allgemeinen mit den Angaben aus der Literatur betonen. Bei einigen Sorten wurde ich genötigt, eine abweichende Stellung einzunehmen, und auf diese Fälle will ich zunächst eingehen.

1. Anderbecker Weißhafer. Fischer und Mickel (11) bezeichnen seine Rispe als Buschrispe. Ich stellte dagegen in Dahlem und in Petkus meistens sehr schräg aufsteigende Äste von grober Beschaffenheit fest. Daher ordnete ich sie in die Probsteier Gruppe ein.

2. Altmittweidaer Gelbhafer. Fischer und Mickel (11) nennen seine Rispe „Sperrispe mit Übergang zu Buschrispe“. Ich fand die Rispe mit schrägen, zuweilen auch bogenförmigen mittelfeinen Ästen, der von Svalöfs Goldregen sehr ähnlich, und reihte

sie deshalb in Gruppe III ein, in der auch zahlreiche Übergänge von Steif- zu Sperrispe vertreten sind.

3. Ebstorfer Kleyhafer. Fischer und Mickel (11) schreiben ihm eine allseitswendige Steifrispe zu, während ich ihn wegen der meist wagerecht oder bogenförmig schwach aufsteigenden Äste zu den Buschrispenhafern rechne.

4. Fischers Wirchenblatter Frühhafer XVI. Nach Fischer und Mickel (11) und D. L. G.-Hochzuchtregister (16) besitzt er eine Steifrispe. Hess (15) nennt sie dagegen „eher eine Übergangsform von der Steif- zur Buschrispe“. Mein Befund deckt sich mit den Angaben von Heß.

5. Für Fischers Wirchenblatter III mußte ich genau so gegenüber Fischer und Mickel und dem D. L. G.-Hochzuchtregister die Übergangsform von Steif- zu Buschrispe gelten lassen.

6. Lembkes Hafer „Baldur“ trägt nach Fischer und Mickel eine mehrseitswendige Steifrispe. Da die Rispenäste sehr oft bogenförmig oder sehr stark von der Spindel abstanden, habe ich seine Rispenform als Übergang von Steif- zu Buschrispe angesehen.

7. Lüneburger Kleyhafer „Kleykönig“. Berkner (2) schreibt ihm eine allseitswendige Steifrispe zu, während die wagerechten oder schwach aufsteigenden Äste seiner Rispe in Dahlem und Petkus seine Angehörigkeit zum Buschrispenhafer unzweideutig verrieten.

Gruppenbildung nach dem Rispentypus.

Gruppe I:	Erbachshofer Gelbhafer St. IV
Fahnenhafer.	Francks Gelbhafer
Bensings Findlinghafer	Gudrun-Hafer
Dr. Eisenschmidts Fahnenhafer	Guntram-Saathafer
Kippenhans Odenwälder Fahnenhafer	Heines Gelbhafer
Rinecker Fahnenhafer	Hörnings Gelbhafer
Sobotkaer Fahnenhafer	Dr. Kauffmanns Gelbhafer
	Kirsches Gelbhafer III
	Krafft's rheinischer Gelbhafer
	Leutewitzer Gelbhafer
Gruppe II:	v. Lochows Gelbhafer
Steifrispenhafer vom Leutewitzer Typ.	Mansholts Haver I
	Moosburger Gelbhafer
Engelens Gelbhafer „Kriemhild“	Niederarnbacher Gelbhafer
Engelens Gelbhafer „Siegfried“	Pflugs Frühhafer

Pflugs Gelbhafer
 Pförtener Gelbhafer
 v. Reininghaus' Mauerner Früh-
 gelbhafer
 Rimpaus Gelbhafer
 Werthers Ettersberger Gelb-
 hafer
 Weihestephaner Goten-Hafer

Gruppe III:

Steifrispenhafer von Svalöfs
 Goldregentyp.

Altmittweidaer Gelbhafer
 Kirsches Gelbhafer I
 Kirsches Gelbhafer II
 Rastatter Gelbhafer-Neuzucht
 P. S. G.-Goldkornhafer
 Salzmünder Echohafer
 Stauffers Obersülzer Gelbhafer
 Strubes Schlanstedter Gelbhafer
 Suckerts Goldhafer Nr. I
 Svalöfs Goldregenhafer
 Wadsacks Gelbhafer

Gruppe IV:

Steifrispenhafer vom Prob-
 steier Typ.

Aderslebener Siegfried-Hafer
 Anderbecker Weißhafer
 Berghafer
 Beselers Hafer II
 " " III
 Brandts Gretchen-Hafer
 Breustedts Ertragreichster Früh-
 hafer
 Deister Hafer
 Dietzes Gelbhafer
 Dippes Überwinder-Saathafer
 Endreß' Frankenhafer

Erbachshofer Gelbhafer St. I
 " Weißhafer
 Günthers Weißhafer
 Haferneuzüchtung Nr. 105
 Hörnings Weißhafer
 Janetzkis Neißegauhafer
 Dr. Kauffmanns Weißhafer
 Kiemes Weißhafer
 Kirsches Pfiffelbacher Weißhafer
 Kippenhans Weißhafer
 Kraffts rheinischer Weißhafer
 Lichtenberger Weißhafer
 Lischower Hedwigshafer
 " Kürassierhafer
 Lohmanns Weender Duppauer
 Hafer
 Lüneburger Kleyhafer „Heide-
 gold“
 Mahndorfer Hafer
 Malkwitzer S. Hafer
 Mansholts Hafer IIb
 " " III
 Nordharzer Burghafer
 Oberlausitzer Saatzuchthafer
 Peragis Weißhafer
 Pfarrkirchener Edelhafer
 Probsteier Hafer
 P. S. G. Albhafer
 P. S. G. Antifrit Weißhafer
 P. S. G. Silberhafer
 P. S. G. Viktoria-Hafer
 Raeckes Weißhafer
 Sautmannshauser Hafer
 Sebenter Hafer I
 Sperlings Sinslebener Hafer
 Stauffers Obersülzer Weißhafer
 Streckenthiner Weißhafer Nr. 2
 " " " 9
 " Hafer Nr. 30
 Strubes Schlanstedter Weißhafer

Svalöfs Königshafer
 „ Siegeshafer
 Werthers Göttinger Hafer

Gruppe V:

Buschrispenhafer oder
 Übergang von der Steif-
 zur Buschrispe.

Carstens Hafer Nr. IV
 Dahmer Gelbhafer
 Ebstorfer Kleyhafer
 Fischers Wirchenblätter III
 „ „ Früh-
 hafer XVI
 Görsdorfer Gelbhafer
 „ Weißhafer
 Hafer-Neuzüchtung Nr. 205
 Hohenheimer Hafer Nr. 5
 „ „ „ 1 a 7
 „ „ „ 1 a 9
 Jägers Albhafer
 „ Duppauer Hafer
 v. Kalbens Vienauer Hafer
 Lembkes Hafer „Baldur“
 Lischower Frühhafer
 Lüneburger Kleyhafer „Kley-
 könig“
 Lüneburger Kleyhafer „Moor-
 zauber“

Mahndorfer Früher Viktoria-
 Weißhafer
 Mettes Ligowo-Hafer
 Meyer-Bornsen'scher Lüneburger
 Kleyhafer
 Mittlauer Ligowo-Hafer
 Pförtener Weißhafer
 P. S. G. Bismarck-Hafer
 P. S. G. Nordstern-Hafer
 Rotenburger Schwarzhafer
 Saxonia-Weißhafer
 Schrickers Gelbhafer
 „ Weißhafer Nr. 39
 „ „ „Diethelm“
 Sebenter Hafer II
 Selchower Weißer Rispenhafer
 v. Stieglers Duppauer Hafer
 Svalöfs Ligowo-Hafer II
 Wobesder Saathafer

Gruppe VI:

Schlaffrispenhafer und
 Übergang von der Busch-
 zur Schlaffrispe.
 Fichtelgebirgs-Zuchthafer
 Holländischer Schwarzhafer
 „Präsident“
 Meßkircher Landhafer
 Schrickers Sechsamter Weiß-
 hafer F. 48

8. Die Kornfarbe.

Mit der Charakterisierung der Rispenform mögen die Untersuchungen der hauptsächlichsten während der Vegetationsperiode hervortretenden morphologischen Merkmale als abgeschlossen angesehen werden. Für die Untersuchungen am Korne wurden 20 Hauptrispen je Sorte in Dahlem wie in Petkus (zusammen 40) geerntet. Von dem besser entwickelten Petkuser Material wurden fünf, vom Dahlemer drei je Sorte verarbeitet. Für die Bestimmung

der Kornfarbe wurde noch das Originalsaatgut von beiden Jahrgängen berücksichtigt.

Schon Körnicke-Werner (17) benutzten diese auffällige Korneigenschaft für die Systematisierung ihrer Varietäten. Auch bei Denaille-Sirodot (7) steht sie an erster Stelle. Böhmer (3) betonte die Sicherheit der Vererbung dieses Merkmals. Abweichungen kämen wohl in den Farbennuancen vor, aber „jedoch niemals so weit, daß selbst nach sehr langjährigem Nachbau aus einem gelbkörnigen ein weißkörniger Hafer wird“. Zade (27) bezeichnet gleichfalls die Spelzenfarbe als sehr zuverlässig.

Für die hier in Frage kommenden Sorten waren die Farben von Wichtigkeit, weiß, gelb, schwarz. Innerhalb der weißen Farbe konnte man noch weiß-gelbe und gelb-weiße Schattierungen wahrnehmen, aber die feinen Farbentöne erwiesen sich als nicht konstant. Oft war das Saatgut einer Ernte weiß-gelb, das der zweiten von derselben Sorte gelb-weiß, und umgekehrt. Auch die Gelbhafer waren bald heller, bald dunkler gefärbt. Dagegen war die Konstanz und die vollkommene Trennung der drei Grundfarben deutlich erwiesen. Die Gruppennamen lauten also:

Gruppe I: Gelbhafer; 47 Sorten

Gruppe II: Weißhafer; 81 Sorten

Gruppe III: Schwarzhafer; 2 Sorten.

Außer der Gruppeneinteilung nach der natürlichen Kornfarbe machte ich den Versuch, durch künstliche Veränderungen neue Sortenunterschiede herauszufinden. Pieper (19) entdeckte sie bei Weizenkörnern nach Behandlung mit 1proz. Betanallösung. Hermann (14) beschäftigte sich eingehend mit dieser Frage, und Pfuhl (18) vereinfachte die Färbungsmethode.

Nach dem Verfahren von Pfuhl (18) wurden 5 g Körner je Sorte in Gläschen mit 5 ccm 1proz. Karbolwassers übergossen. Nach 4 Stunden wurde die Lösung abgegossen und die Körner in Petrischalen ausgeschüttet. Nach 24 Stunden wurde die Farbestimmung vorgenommen. Ich unterzog zuerst das Originalsaatgut aller Sorten von der Ernte 1926 einer eingehenden Untersuchung. Dabei kamen folgende Farbentönungen zum Vorschein: Dunkelgraubraun, graubraun, hellgraubraun, bräunlichweiß, dunkelgelbgrün, hellgelbgrün und fast gelb. Am schwächsten gefärbt waren von den Weißhafern, bräunlichweiß: Fichtelgebirgszuchthafer und Schrickers Sechssämer Weißhafer F. 48; von den Gelbhafern,

fast gelb: Weihenstephaner Gotenhafer und Moosburger Gelbhafer. Die Auszüge: von dunkelroter, roter, dunkelbrauner, brauner, hellbrauner, gelblicher oder grüner Farbe. Es fragte sich nun, ob die Unterschiede konstant blieben. Daraufhin habe ich verschiedene Herkünfte von vielen Sorten und das Originalsaatgut von der Ernte 1927 geprüft. Die früheren Ergebnisse verloren ihre Geltung; das Endresultat fiel negativ aus in bezug auf die Korn- und die Auszugsfarbe. Nur ist beim Hafer zu berücksichtigen, daß die Spelzenhülle eine gleichmäßige Verteilung des Farbstoffes auf das Korn verhindert. Dann stellte ich Versuche mit entspelzten Scheinfrüchten, mit Karyopsen, an. Im Resultat färbten sich alle Sorten gleich schwärzlichbraun. Auch die Anwendung verschiedener Konzentrationen des Karbolwassers konnte nicht zum Ziele führen.

9. Die Kornform.

Ein flüchtiger Rückblick auf den historischen Entwicklungsgang der Hafersortensystematik ergibt schon zur Genüge, daß die Kornform ein morphologisches Merkmal ersten Ranges ist, was daher das Interesse der Forscher am meisten anzog.

Körnicke-Werner (17) gaben bei jeder Sortenbeschreibung auch die Breite und Länge der Scheinfrucht an. Aber erst Atterberg (1) hob die rein morphologischen Kornformen hervor, die meistens auch ohne Zuhilfenahme von Messungen ins Auge fallen. Der Korntypus prägt sich nur an den Außen- und Einzelkörnern aus. Atterberg (1) führte zuerst die Begriffe von „geschlossenen Körnern“ mit nicht sichtbarer Innenspelze und „offenen Körnern“, „welche einen Teil der Innenspelze zeigen“, ein. Er unterscheidet:

1. Den „Gerstenhafer“ mit geringzähligen Außenkörnern und vorherrschenden Einzelkörnern. Er besitzt „eine kurze, aber kräftige, volle, derbe Form“. Körner geschlossen.
2. Den „Spitzkornhafer“ mit zahlreicheren Außenkörnern, bei dem „die Spelzen mehr in die Länge entwickelt und die eingerollten Ränder stets in der Kornspitze zusammenfallen“. Das Korn erreicht seine größte Breite und Dicke am Ende des Seitenstielchens. Körner „ganz geschlossen oder wenig offen“.

3. Den „Vollhafer“, reich an Einzelkörnern, charakteristisch durch die stark konvexe Innenseite des Außenkorns, die sonst flach oder konkav erscheint. Die Körner sind voll kernreich und mehr offen.
4. Den „Kurzkorngafer“ mit zahlreichen Einzelkörnern und „kurzer Gestalt“. Innenseite nicht konvex. Körner mehr geschlossen.
5. Den „Spelzenhafer“ — viel dreikörnige Ährchen. „Die Außenkörner sehr schmal, lang und dünn, in eine sehr lange, leere Spitze auslaufend“.

Als Gegensatz zum Spelzenhafer bringt Atterberg (1) den französischen Schwarzhafer mit offener „sehr kurzer und voller Form“. Er erwähnt auch die schwer zu beschreibenden Formen des Probsteier Hafers, grauen Winterhafers und des Geflehafers. Denaiffe-Sirodot (7) unterscheiden: die Spelzkornform, gewöhnliche Kornform, entenschnabelähnliche Kornform und Gerstenkornform.

Böhmer (4) bediente sich in seiner systematischen Übersicht der Atterbergschen Kornformen und führte an:

1. die Probsteier Kornform „groß, voll, mehr oder weniger oval, ganz offen, stumpf zugespitzt“,
2. die Leutewitzer Kornform „mittel bis lang, nicht so voll wie IA (Probsteier), mehr schmal, feinspelzig“,
3. die Spelzenkornform des Pfälzer Hafers,
4. die Spelzenkornform des Mesdaghafers,
5. die Kurzkornform,
6. die Gerstenkornform,
7. die Spitzkornform,
8. die Kornform des französischen Schwarzhafers.

Zade (27) behauptet gegenüber Atterberg, daß das Korn des Gerstenhafers nicht geschlossen, sondern ganz offen ist. Er berichtigt nur unwesentlich die Böhmersche Einteilung, indem er die Zweiteilung der Spelzenkornform ablehnt.

Die Feststellung der Kornform der Sorten stieß keineswegs auf besondere Schwierigkeiten, da die Probsteier und Leutewitzer Kornformen überwogen. Die Außenkörner boten sich mir in ihrem ursprünglichen Zustande mit unbeschädigten Spitzen dar, da ich selbst die Ährchen mit der Hand von den Rispenästen trennte. Ich suchte mir zuerst Standardsorten aus. Die Körner einer jeden

Rispe kamen in eine besondere Petrischale. Die in Frage kommenden Standardsorten: 1. Probsteier Hafer, 2. Leutewitzer Gelbhafer, 3. Sobotkaer Fahnenhafer (Gerstenkornform), 4. Fichtelgebirgszuchthafer (Spitzkornform), 5. P. S. G. Goldkornhafer (Kurz Kornform), kamen nebeneinander zu stehen, so daß die Unterschiede besonders prägnant in Erscheinung traten.

Im Verlaufe meiner Vergleichsbeobachtungen erkannte ich, daß innerhalb der Probsteier Kornform bedeutende Sortenunterschiede — auch ohne Zuhilfenahme von Messungen — in der Länge der Körner vorhanden sind. Dies veranlaßte mich, noch eine Dreiteilung der Probsteier Kornform vorzunehmen:

1. Kurz bis mittellang. In dieser Gruppe nehmen die Ligowohafer, Görsdorfer Weißhafer und Schrickers Weißhafer „Diethelm“ mit ihren eigenartigen, sehr bauchigen, plumpen, ganz offenen Außenkörnern einen besonderen Platz ein.
2. Mittellang — das gewöhnliche Maß für die Außenkörner des Probsteier Hafers —.
3. Mittellang bis lang.

Die Gerstenkornform war nur durch den Sobotkaer Fahnenhafer, die Spitzkorn- und Kurz Kornform durch je zwei Sorten vertreten. Ich glaube, auch einen Vollkornhafer im Meßkircher Landhafer festgestellt zu haben, da die Innenseite seiner kurzen Körner durch die konvexe Form auffiel. Ein Weißhafer, nämlich Kippenhans Odenwälder Fahnenhafer, zeigte durch seine mittellangen, mittelvollen, mehr scharf und länglich zugespitzten Körner die Angehörigkeit zur Leutewitzer Kornformgruppe an. Die Sorten vom Typ Svalöfs Goldregenhafer wiesen im allgemeinen die Probsteier Kornform auf, nur waren die Körner etwas kleiner. Dieser Unterschied schien mir für die Bildung einer neuen Gruppe noch nicht wichtig genug.

Die Bestimmung der Kornform von verschiedenen Sorten befand sich in Einklang mit den bis jetzt erschienenen Kornbeschreibungen, mit Ausnahme folgender:

1. Pfarrkirchener Edelhafer. Fischer und Mickel (11) bezeichnen ihn als Gerstenkornhafer. Hierin konnte ich nicht beipflichten, da a) das Charakteristikum des Gerstenhafers, zahlreiche Einzelkörner, sich vollkommen vermissen ließ. Die zwei-körnigen Ährchen betrugen 90,3 bis 92,3% der Gesamtzahl; b) das Korn war mittellang, voll und stumpf zugespitzt, also entsprach der Probsteier und nicht der kurzen plumpen Gerstenkornform.

2. Schrickers Weißhafer Nr. 39. Fischer und Mickel (11) schreiben ihm die Spitzkornform zu. Ich fand sein Korn lang bis mittellang, voll, gedrunken, weniger stumpf zugespitzt. Es entsprach nicht dem Kennzeichen des Spitzkornhafers, daß die größte Breite und Dicke am Ende des Seitenstielchens sich ausprägt, und wurde von mir deshalb zur Probsteier Kornform gezählt.

Nachstehend folgt die Gruppenbildung nach Kornfarbe und Kornform:

I. Weißhafer.

1. Probsteier Kornform kurz bis mittellang.	Ebstorfer Kleyhafer
a)	Endreß' Frankenhafer
Beslers Hafer II	Erbachshofer Weißhafer
Janetzkis Neißegau-Hafer	Fischers Wirchenblätter III
Mahndorfer früher Viktoria- Weißhafer	" " Früh- hafer XVI
Peragis-Weißhafer	Günthers Weißhafer
P. S. G. Viktoria-Hafer	Jägers Duppauer Hafer
Raeckes Weißhafer	Dr. Kauffmanns Weißhafer
b) Korn plump, sehr bauchig	Kiemes Weißhafer
Görsdorfer Weißhafer	Kirsches Pfiffelbacher Weißhafer
Mettes Ligowo-Hafer	Krafft's rheinischer Weißhafer
Mittlauer Ligowo-Hafer	Lischower Frühhafer
Schricks Weißhafer „Diethelm“	" Hedwigshafer
Svalöfs Ligowo-Hafer II	" Kürassierhafer
	Lohmanns Weender Duppauer Hafer
	Lüneburger Kleyhafer „Heide- gold“
2. Probsteier Kornform, mittellang.	Lüneburger Kleyhafer „Kley- könig“
Anderbecker Weißhafer	Lüneburger Kleyhafer „Moor- zauber“
Berghafer	Mahndorfer Hafer
Breustedts Ertragreichster Früh- hafer	Mansholts Haver II b
Brandts Gretchenhafer	" " III
Carstens Hafer Nr. IV	Meyer-Bornsenscher Lüneburger Kleyhafer
Deister Hafer	Pfarrkirchener Edelhafer
Dippes Überwinder Saathafer	

P. S. G. Antifrit Weißhafer

P. S. G. Bismarck-Hafer

Sebenter Hafer I

" " II

Selchower weißer Rispenhafer

Sperlings Sinslebener Hafer

Stauffers Obersülzer Weißhafer

v. Stieglers Duppaner Hafer

Streckenthiner Weißhafer Nr. 9

Strubes Schlanstedter Weißhafer

Svalöfs Königshafer

" Siegeshafer

Werthers Göttinger Hafer

3. Probsteier Kornform, mittellang bis lang

Hörnings Weißhafer

v. Kalbens Vienauer Hafer

Lembkes Hafer „Baldur“

P. S. G. Silberhafer

Schrickers Weißhafer Nr. 39

Streckenthiner Weißhafer Nr. 2

4. Leutewitzer Kornform.

Kippenhans Odenwälder Fahnenhafer

5. Gerstenkornform.

Sobotkaer Fahnenhafer

6. Spitzkornform.

Fichtelgebirgszuchthafer

Schrickers Sechssämer Weißhafer F. 48

7. Vollkornform.

Meßkircher Landhafer

II. Gelbhafer.

1. Probsteier Kornform, mittellang.

Altmittweidaer Gelbhafer

Beselers Hafer III

Dahmer Gelbhafer

Dietzes Gelbhafer

Engelens Gelbhafer „Kriemhild“

" " „Siegfried“

Dr. Kauffmanns Gelbhafer

Kirsches Gelbhafer I

Mansholts Haver I

Probsteier Hafer

P. S. G. Nordstern-Hafer

Rimpaus Gelbhafer

Salzmünder Echohafer

Stauffers Obersülzer Gelbhafer

Streckenthiner Hafer Nr. 30

Strubes Schlanstedter Gelbhafer

Svalöfs Goldregenhafer

Wadsacks Gelbhafer

Werthers Ettersberger Gelbhafer

2. Probsteier Kornform, mittellang bis lang.

Dr. Eisenschmidts Fahnenhafer¹⁾

3. Leutewitzer Kornform.

Erbachshofer Gelbhafer St. IV

Francks Gelbhafer

Görsdorfer Gelbhafer

¹⁾ Aber mehr scharf zugespitzt.

Heines Gelbhafer	v. Reininghaus' Mauerner Früh-
Krafft's rheinischer Gelbhafer	gelbhafer
Leutewitzer Gelbhafer	Schrickers Gelbhafer
v. Lochows Gelbhafer	Weihenstephaner Gotenhafer
Moosburger Gelbhafer	
Niederarnbacher Gelbhafer	4. Kurzkornform.
Pflugs Frühhafer	Bensings Findlingshafer
„ Gelbhafer	P. S. G. Goldkornhafer

III. Schwarzhafer.

Rotenburger Schwarzhafer¹⁾).

Die folgenden Sorten, welche erst 1928 angebaut wurden, sind nur auf die Kornfarbe untersucht worden:

I. Weißhafer.

Aderslebener Siegfried-Hafer	Malkwitzer S. Hafer
Hohenheimer Hafer Nr. 5	Nordharzer Burghafer
„ „ „ 1 a 7	Oberlausitzer Saatzuchthafer
„ „ „ 1 a 9	Pförtener Weißhafer
Hafer-Neuzüchtung Nr. 105	P. S. G. Alb-Hafer
Jägers Alb-Hafer	Sautmannshauser Hafer
Kippenhans Weißhafer	Saxonia Weißhafer
Lichtenberger Weißhafer	Wobesder Saathafer

II. Gelbhafer.

Erbachshofer Gelbhafer St. I	Kirsches Gelbhafer III
Gudrun-Hafer	Pförtener Gelbhafer
Guntram-Saathafer	Rastatter Gelbhafer Neuzucht
Hafer-Neuzüchtung Nr. 205	Rinecker Fahnenhafer
Hörnings Gelbhafer	Suckerts Goldhafer Nr. I
Kirsches Gelbhafer II	

III Schwarzhafer.

Holländischer Schwarzhafer „Präsident“.

¹⁾ Kornform ähnlich der Leutewitzer, aber mittellang bis lang.

10. Die Behaarung der Kornbasis.

Das Auftreten von Haaren an den Haferkörnern wurde schon bei Körnicke-Werner (17) vermerkt und zur Charakterisierung einiger Sorten in Anwendung gebracht. Fischer (10) schenkte bei der Beschreibung von Winterhafer dieser Erscheinung besondere Aufmerksamkeit. Fruwirth (12) ergänzte die Angaben Fischers dahin, daß die Behaarung der Kornbasis nicht nur beim Winterhafer, sondern auch bei allen von ihm untersuchten Sorten auftrat. Dieses Merkmal sei meistens nur an ungedroschenen Körnern wahrzunehmen, da die Haare beim Drusch wegfielen. Fruwirth (12) betonte ferner, daß die Haare nicht an allen Außenkörnern einer Sorte zahlenmäßig gleich vorhanden waren. Sogar innerhalb einer Rispe wechselt die Behaarung. Die Haare sind an der Kornbasis in Form von zwei Büscheln seitlich angeordnet. Fruwirth (12) stellte vier Gruppen nach der Ausbildung und Zahl der Haare auf:

1. Haare sehr lang, zahlreich,
2. Haare sehr lang, aber spärlich,
3. Haare kurz, zahlreich bis wenig,
4. Haare kurz, vereinzelt und nur sehr selten Körner mit solchen zu finden.

Böhmer (3) hält die Behaarung an der Kornbasis für „ein charakteristisches Merkmal für bestimmte Sortengruppen, die auch nach anderen Kennzeichen miteinander mehr oder weniger verwandt sind“. Er baute die Fruwirthsche Gruppierung weiter aus und kam zu folgender Einteilung:

- A. Haare sehr selten, sehr spärlich (1—2), sehr kurz, mehr borstig.
- B. Haare spärlich bis buschig, kurzborstig, von wenig unterschiedlicher Länge.
- C. Haare mehr spärlich, mittellang bis lang, bis sehr lang:
 - a) mehr borstig,
 - b) mehr fein,
 - c) fein.
- D. Haare zahlreich, lang, fein.
- E. Haare buschig, lang, fein (Länge der Haare unterschiedlich).

Als wesentlich für die Beurteilung dieser morphologischen Eigenschaft hebt Böhmer (3): „die Zahl (spärlich 1—3, zahlreich 4—6, buschig —6) die Feinheit (borstig—fein) und die Länge

(kurz—lang—sehr lang) der Haare“ hervor. In der Häufigkeit des Auftretens der Haare sei er einer Meinung mit Fruwirth (12), der sie „zunächst“ als weniger beachtenswert anspricht.

Broili (5) trat dieser Frage näher, indem er sie auch am anderen Ende anzufassen versuchte. Die bis dahin unberücksichtigte Häufigkeit der Haare wurde zum Gegenstand eingehender Untersuchungen. Je drei Rispen von fünfzig Sorten standen ihm zur Verfügung. Er unterscheidet zunächst zwei Extreme, keine Behaarung und sehr starke Behaarung an der Kornbasis. Die starke Behaarung weist über neun Haare auf. Broili (5) bediente sich folgender Untersuchungsmethode: Die Außenkörner einer jeden Rispe wurden mit der Hand abgetrennt, ihre Zahl festgestellt und jedes Korn mittels einer Lupe auf die Zahl der Haare an seiner Basis untersucht. Nun entdeckte er „eine oftmalige Gleichartigkeit der Behaarung innerhalb der Rispen und auch oftmals innerhalb der Sorten“. Die Einordnung der Sorten gestaltete sich nach den folgenden Typen:

1. Überwiegend nicht behaart,
2. Behaarung abfallend zu „viel“,
3. Behaarung abfallend zu „viele“ und „viele“ (zweigipflig),
4. durchlaufend gleichmäßig,
5. durchlaufend gleichmäßig und „viele“,
6. Gipfel der Frequenz in der Mitte der Zahlenreihe und „viele“,
7. überwiegend „viele“.

Auf Grund dieser Ergebnisse kommt Broili (5) zu dem Schluß, daß „in den meisten Fällen sich innerhalb der Rispen der einzelnen Sorten ein auffallend gleichartiges Verhalten der Behaarungsweise zeigt, so daß die Hoffnung besteht, hiermit bestimmte Grenzen bei Bearbeitung eines reicheren Materials ziehen zu können“.

Außerdem hat Broili (5) nach der Art der Behaarung drei Gruppen: 1. steif, 2. kraus, 3. steif und kraus, gebildet und die Länge der Haare bei den verschiedenen Sorten gemessen.

Für praktische Zwecke ließ er die Fruwirthsche Einteilung gelten, da er „eine genaue Trennung zur Zeit nicht für angängig“ hielt.

Zade (27) gibt die Länge von 0,25—4 mm für die Haare an. Er hält die Behaarung nur für eine engere Sortencharakterisierung erwähnenswert.

An der Hand eines umfangreichen Materials, das zwei Standorten entstammte und die meisten deutschen Sorten umfaßte, bemühte ich mich, dieser Frage auf den Grund zu gehen. Für die Untersuchungen wurden von den Petkuser fünf, von den Dahlemer drei möglichst gut erhaltene Hauptrispfen je Sorte ausgewählt. Die Ährchen wurden mit der Hand abgelöst, ihre Zahl (außer den tauben) je Rispe festgestellt und Außen-, Einzel- und Doppelkörner auf die Behaarung an ihrer Basis hin geprüft. Die Zahl der Haare wurde unter Benutzung einer achtfach vergrößernden Lupe bestimmt. Bei Vorhandensein von mehr als sechs Haaren galt die Behaarung als stark. Nur war die Zählung oft mit Schwierigkeiten verbunden, insofern die Haare, insbesondere die krausen, häufig miteinander verflochten waren und der Spelze sehr anlagen. Ich bediente mich deshalb eines sehr dünnen Pinsels, mit dem man die Haare vorsichtig voneinander sondern und dadurch ein klareres Bild gewinnen konnte. Für die Notierungen stellte ich mir ein Schema ähnlich dem Broilischen auf:

Nr. der Sorte		Nr. der Rispe (Dahlem oder Petkus)						
		0	1	2	3	4	5	6 über 6

Wies ein Außen-, Einzel- oder Doppelkorn keine Haare auf, dann wurde es mit einem Strich unter 0 gesetzt; wurden z. B. zwei Haare gezählt, dann kam ein Strich unter 2 usw. Die Haare brauchten nicht gerade an beiden Seiten des Kornes zu sein. Sehr oft war nur eine der Seiten behaart. Nach langwierigen, mühseligen Untersuchungen konnte ich konstatieren, daß die Rispen innerhalb einer Sorte und die Dahlemer und Petkuser Sorten untereinander in den meisten Fällen annähernd das gleiche zeigten.

Nun schritt ich zur Gruppenbildung nach dem schon früher befolgten Grundsatz. Die Behaarungsweise der Basis von den Körnern einer Rispe richtet sich nach Behaarung der Körnermehrheit. Sind z. B. 25 Körner von der Gesamtzahl 40 unbehaart, dann ist die Rispe überwiegend unbehaart. Wird die Mehrheit von den Körnern gebildet, die unter den Rubriken 0, und 1 und 2 und 3 stehen, dann weist die Rispe überwiegend 0—3 Haare an der Basis ihrer Körner auf. Sind alle untersuchten Rispen einer Sorte jede für sich in ihrer Körnermehrheit unbehaart, so wird die ganze Sorte kurz als „überwiegend 0“ bezeichnet. Der Ausdruck „0 oder 0—1 oder 0—2 überwiegend“ würde besagen,

daß eine Sorte aus solchen Rispen zusammengesetzt ist, die in ihrer Körnermajorität entweder mit 0 oder mit 0—1 oder mit 0—2 Haaren ausgestattet sind. Nach diesen Erläuterungen folgt nachstehende Gruppenbildung:

Gruppe I: „0 überwiegend“; 19 Sorten.

Gruppe II: „0 oder 0—1 oder 0—2 überwiegend“; 35 Sorten.

Gruppe III: Mittelgruppe, „0— über 6 überwiegend“; 29 Sorten.

Gruppe IV: „über 6 überwiegend“; 19 Sorten.

In der ersten Gruppe war bei zwei Sorten, Fischers Wirchenblätter III und Leutewitzer Gelbhafer, je eine Rispe mit überwiegend 0—1 Haaren. Svalöfs Siegeshafer wies eine Rispe mit einer Mehrheit von 0—3 Haaren auf. In der zweiten Gruppe wurden bei Werthers Ettersberger-Gelbhafer, Kienes Weißhafer und Kippenhans Odenwälder Fahnenhafer je eine Rispe mit überwiegend 0—3 Haaren gefunden. Lüneburger Kleyhafer „Moorzauber“ wies solcher drei auf. In der dritten Mittelgruppe sind Sorten zusammengestellt, die aus verschiedenen behaarten Rispen bestehen. Ich muß vorwegnehmen, daß diese Gruppe sehr breit gespannt ist. Es ließen sich noch weitere Unterteilungen machen. Die vierte Gruppe repräsentiert Sorten der stärksten Behaarungsweise.

Gruppenbildung nach der Zahl der Haare an der Kornbasis:

Gruppe I:	Probsteier Hafer
„0 überwiegend“	P. S. G.-Viktoria-Hafer
Bensings Findlinghafer	Raeckes Weißhafer
Dippes Überwindersaathafer	Stauffers Obersülzer Weißhafer
Engelens Gelbhafer „Siegfried“	Strubes Schlanstedter Weißhafer
* Erbachshofer Gelbhafer St. IV ¹⁾	Svalöfs Ligowo-Hafer II
Fischers Wirchenblätter III	Svalöfs Siegeshafer
* Görsdorfer Weißhafer	
Janetzki's Neißegauhafer	Gruppe II:
Dr. Kauffmanns Weißhafer	„0 oder 0—1 oder 0—2 überwiegend“.
Kirsches Pfiffelbacher Weißhafer	Altmittweidaer Gelbhafer
Leutewitzer Gelbhafer	* Engelens Gelbhafer „Kriemhild“
* Meßkircher Landhafer	
Peragis Weißhafer	

¹⁾ Die mit einem Stern bezeichneten Sorten wurden nur nach den Rispen eines Standortes geprüft.

* Erbachshofer Weißhafer
 Fischers Wirchenblätter Früh-
 hafer XVI
 * Francks Gelbhafer
 Görsdorfer Gelbhafer
 Heines Gelbhafer
 Dr. Kauffmanns Gelbhafer
 * Kiemes Weißhafer
 * Kippenhans Odenwälder Fahnen-
 hafer
 Kirsches Gelbhafer I
 Krafft's rheinischer Gelbhafer
 Lischower Frühhafer
 v. Lochows Gelbhafer
 Lüneburger Kleyhafer „Moor-
 zauber“
 Mansholts Haver I
 * Mettes Ligowo-Hafer
 Mittlauer Ligowo-Hafer
 * Moosburger Gelbhafer
 Niederarnbacher Gelbhafer
 * Pfarrkirchener Edelhafer
 Pflugs Frühhafer
 Pflugs Gelbhafer
 P. S. G.-Goldkornhafer
 P. S. G.-Nordsternhafer
 v. Reininghaus' Mauerner Früh-
 gelbhafer
 * Rimpaus Gelbhafer
 Salzmünder Echohafer
 * Schrickers Weißhafer „Diet-
 helm“
 Stauffers Obersülzer Gelbhafer
 * Strubes Schlanstedter Gelb-
 hafer
 * Svalöfs Goldregenhafer
 Svalöfs Königshafer
 Weihenstephaner Gotenhafer
 Werthers Ettersberger-Gelb-
 hafer

Gruppe III:

Mittelgruppe „0— über 6 über-
wiegend“

* Anderbecker Weißhafer
 Beselers Hafer II
 Beselers Hafer III
 Breustedts Ertragreichster Früh-
 hafer
 Carstens Hafer Nr. IV
 Dahmer Gelbhafer
 Dietzes Gelbhafer
 * Dr. Eischenschmidts Fahnen-
 hafer
 * Endreß' Frankenhafer
 Hörnings Weißhafer
 Jägers Duppauer Hafer
 v. Kalbens Vienaer Hafer
 Lischower Hedwigshafer
 Lohmanns Weender Duppauer
 Hafer
 Lüneburger Kleyhafer „Heide-
 gold“
 Mahndorfer Hafer
 Mahndorfer Früher Viktoria-
 Weißhafer
 Mansholts Haver II b
 Meyer-Bornsenscher Lüneburger
 Kleyhafer
 Rotenburger Schwarzhafer
 * Schrickers Gelbhafer
 * Schrickers Weißhafer Nr. 39
 Sebenter Hafer I
 Sebenter Hafer II
 Selchower Weißer Rispen-Hafer
 Sobotkaer Fahnenhafer
 v. Stieglers Duppauer Hafer
 Wadsacks Gelbhafer
 Werthers Göttinger Hafer

Gruppe IV:	Lüneburger Kleyhafer „Kley-
„Über 6 überwiegend“	könig“
Berghafer	Mansholts Haver III
* Brandts Gretchen-Hafer	P. S. G.-Antifrit-Weißhafer
* Deister Hafer	P. S. G.-Bismarckhafer
Ebstorfer Kleyhafer	P. S. G.-Silberhafer
Fichtelgebirgszuchthafer	* Schrickers Sechssämer-Weiß-
* Günthers Weißhafer	hafer F. 48
Kraffts rheinischer Weißhafer	Sperlings Sinslebener Hafer
Lembkes Hafer „Baldur“	Streckenthiner Weißhafer Nr. 2
Lischower Kürassier-Hafer	Streckenthiner Weißhafer Nr. 9
	Streckenthiner Hafer Nr. 30

Wenn wir nun auf die oben zitierte Broilische siebenteilige Einordnung zurückblicken und einen Vergleich zwischen ihr und der hier vorliegenden ziehen, so ist bei der ersteren vor allem festzustellen, daß ein und dieselbe Sorte in mehrere Gruppen gleichzeitig eingereiht wird. Die Gruppen sind so fein differenziert, daß viele Sorten, deren Rispen in der Behaarung in gewissen Grenzen voneinander abweichen, keinen Platz in ihnen finden konnten. Sie mußten in diesem Falle nach den Gruppen zersplittert werden. So kommt Leutewitzer Gelbhafer unter drei Rubriken, v. Lochows Gelbhafer unter zwei zu stehen. Die Sorten müssen sich also nach den Gruppen und nicht die Gruppen nach den Sorten richten. Ich glaube, der praktisch systematischen Verwendbarkeit dieses wichtigen morphologischen Merkmals mehr Rechnung getragen zu haben, indem ich die Gruppennamen zahlenmäßig festzulegen suchte und eine Mittelgruppe konstruierte, welche die verschiedenartig behaarten Sorten umschließt.

Wenden wir uns zunächst der Frage der Beschaffenheit der Haare zu. Böhmer (3) fand Sortenunterschiede in der Feinheit der Haare und teilte z. B. seine dritte Gruppe in drei Untergruppen a) mehr borstig, b) mehr fein, c) fein. Aus meinen Untersuchungen gewann ich die Ansicht, daß die Teilung in der Praxis sehr schwer durchführbar sei; dagegen konnte ich wie Broili (5) steife und krause Haare unterscheiden. Die meisten Sorten waren an der Basis ihrer Körner mit den Haaren der beiden Gattungen versehen. Das Zahlenverhältnis zwischen ihnen war aber außerordentlich schwankend. Nur eine kleine Zahl von Sorten stach in der Beschaffenheit wie in der Länge ihrer Haare von allen

anderen ab. Die Haare waren sehr steif, stark glänzend und elastisch. Aber da sie gleichzeitig sehr lang waren, kommen diese Unterschiede auch in der Sorteneinteilung nach der Länge der Haare zum Ausdruck. Die Länge der Haare wurde an typischen Körnern einer jeden Sorte von Dahlem und Petkus gemessen. Beim Fichtelgebirgsmischhafer erreichte die maximale Länge bei einzelnen Haaren 5 mm. Ich bezeichnete: als kurz 0—1 mm; mittellang 1—1,75 mm; lang 1,75—2,75 mm; sehr lang über 2,75 mm. Die Länge der Haare zeigt eine gute Übereinstimmung bei den Dahlemer und Petkuser Körnern. Die Sorteneinteilung erfolgte nach den Gruppen:

I kurz—mittellang, II mittellang—lang, III lang—sehr lang.

Die meisten Sorten gehörten der Gruppe I an. Der zweiten waren Beselers Hafer II, Günthers Weißhafer, Kraffts rheinischer Weißhafer, Lembkes Hafer „Baldur“, Mansholts Haver III, P. S. G.-Bismarck-Hafer, P.S.G.-Silber-Hafer und Streckenthiner Hafer Nr. 30 angegliedert. Zur dritten Gruppe zählten Fichtelgebirgsmischhafer, Rotenburger Schwarzhäfer, Schrickers Sechsamter-Weißhafer F. 48, Sebenter Hafer I und Sobotkaer Fahnenhafer, die alle durch die oben angedeutete Beschaffenheit und Länge der Haare ohne weiteres erkennbar sind. Es muß hier noch bemerkt werden, daß neben den sehr langen Haaren zuweilen auch solche von minimaler Länge an der Kornbasis dieser Sorten auftreten können.

Broili (5) führte auch Zahlen für die Länge der Haare an den Körnern der von ihm untersuchten Sorten an. Folgende Zusammenstellung dürfte von gewissem Interesse sein.

Sorte	Broili in mm	Kaufer in mm
Svalöfs Siegeshafer	1,00	0,75—1,15
Leutewitzer Gelbhafer . . .	0,37—1,50	0,5 —1,10
Sobotkaer Fahnenhafer . . .	1,25—4,00	2,00—4,50
v. Lochows Gelbhafer . . .	0,75	0,75—1,00
Beseler III.	0,75—1,00	0,5 —1,25
Svalöfs Ligowohafer	1,00—1,50	0,9 —1,35
Spitzkornhafer	1,50—4,00	—
Fichtelgebirgshafer	0,75—1,00	2,00—5,00
Selchower Hafer	0,75—1,75	1,25—1,75
Beseler II	0,75—1,00	1,25—2,00

Wie aus der Tabelle ersichtlich, stimmen die Ergebnisse sehr weitgehend überein, mit Ausnahme von zwei Sorten: Fichtelgebirgszuchthafer und Beseler II. Broili (5) führt aber noch einen Spitzkornhafer mit der Länge von 1,50—4,00 mm, die der von mir bei Fichtelgebirgszuchthafer gefundenen entspricht. Es ist lehrreich und sehr bemerkenswert, daß trotz einem Zeitabstand von 18 Jahren, der zwischen den Broilischen und meinen Untersuchungen liegt, und dem langen Wege, den die Pflanzenzüchtung inzwischen zurückgelegt hat, eine so fast unerschütterliche Konstanz zur Geltung kam.

Außer den Haaren an der Kornbasis konnte ich sonst an den Spelzen (außer dem Stielchen) keine Haare wahrnehmen. Nur an einem Außenkorn von Rotenburger Schwarzhafers wurden am Spelzenrücken je zwei Haare zu beiden Seiten bemerkt.

II. Die Behaarung des Stielchens.

Die Behaarung des Seitenstielchens am Außen- und Einzelkorne wurde schon von Körnicke-Werner (17) erwähnt. Denaisse-Sirodot (7) berücksichtigten sie auch bei der Beschreibung der Stielchenform. Böhmer (3) fand sie mit einer Ausnahme nur bei dunkelfarbigen Sorten. Broili (5) hält es „für möglich, daß mit der Behaarung des Stielchens eine enge Gruppe von Sorten abgegrenzt werden kann“. Zade (27) scheint die Behaarung des Stielchens „mit der Basalbehaarung ungefähr gleichwertig zu sein“, d. h. also nur für engere Sortencharakterisierung brauchbar. Er fügt noch hinzu, daß „allerdings Verschiedenheiten insoweit vorkommen, als die Spelzfrüchte mitunter an der Basis, aber nicht am Stielchen, oder umgekehrt am Stielchen, nicht jedoch am Grunde, behaart sind. Aber da sind zumeist Ausnahmen“. Meine Untersuchungen ergaben keine Bestätigung des letzten Zadeschen Satzes. Die Sorten, die an der Kornbasis stark behaart waren, wiesen in den meisten Fällen keine Behaarung am Stielchen auf.

Von sämtlichen Sorten waren am Stielchen mehr oder minder stark bewimpert nur folgende:

Meßkircher Landhafer
v. Kalbens Vienauer Hafer
Lüneburger Kleyhafer „Kleykönig“
P. S. G. Antifrit Weißhafer
P. S. G. Silberhafer
Streckenthiner Weißhafer Nr. 2

„ „ „ 9.

12. Die Begrannung.

Das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Grannen an den Haferkörnern war eines der wichtigsten morphologischen Merkmale, auf welche die Systematik von Körnicke-Werner (17) sich stützte. Denaiffe-Sirodot (7) beleuchteten diese Frage von zwei Standpunkten aus: 1. der Beschaffenheit der Granne, 2. der Zahl der begrannnten Körner innerhalb einer Sorte. Nach 1. wurde eine Dreiteilung vorgenommen, nach 2. folgende Vierteilung:

1. Unbegrannnte Sorten, höchstens 0—5% der Außenkörner begrannt.
 2. Hafersorten mit teilweiser Begrannung 5—15%.
 3. " " " " 20—40% der Außenkörner begrannt.
 4. Begrannnte Hafersorten bis 50% der Außenkörner begrannt.
2. und 3. werden noch in die Unterabteilungen a) Granne fein, b) Granne grob, gesondert.

Böhmer (3) bestätigte die Angaben von Denaiffe-Sirodot (7). Die beiden Extreme „unbegrannt“ und „begrannt“ waren leicht zu ermitteln, aber die Bestimmung der mittleren Gruppen machte ihm Schwierigkeiten. Zade (27) teilt die Ansicht Böhmers (3). Er bringt für die extremen Fälle die Bezeichnungen „stark begrannt“ und „schwach begrannt“. Die Begrannung ist seiner Meinung nach so stark von den Wachstumsverhältnissen beeinflusbar, daß sie „vorteilhafter unberücksichtigt bleibt“.

Nun stellte ich die Zahl und entsprechend den Prozentsatz der begrannnten Körner an allen Rispen des mir zur Verfügung stehenden Materials fest und fand, daß sie innerhalb einer Sorte großen Schwankungen unterworfen ist. Die Extreme waren ohne weiteres voneinander zu unterscheiden, den wunden Punkt bildete, wie es Böhmer (3) und Zade (27) auch betont hatten, die Mittelgruppe. Das Ergebnis meiner Untersuchungen war:

- Gruppe I: Unbegrannt bis schwach begrannt, 0 bis ca. 8% begrannnte Außenkörner; 57 Sorten.
- Gruppe II: Mittelgruppe, bis höchstens ca. 30% begrannnte Außenkörner; 25 Sorten.
- Gruppe III: Stark begrannt, über 30% begrannnte Außenkörner; 20 Sorten.

Gruppenbildung nach der Stärke der Begrannung.

Gruppe I:

Unbegrannt bis schwach be-
grannt, 0 bis ca. 8% begrannte
Außenkörner.

Altmittweidaer Gelbhafer
Bensings Findlinghafer
Beselers Hafer III
Brandts Gretchenhafer
Dietzes Gelbhafer
Ebstorfer Kleyhafer
Engelens Gelbhafer „Kriemhild“
„ „ „Siegfried“
Erbachshofer Gelbhafer St. IV
„ Weißhafer
Fichtelgebirgszuchthafer
Francks Gelbhafer
Görsdorfer Gelbhafer
Heines Gelbhafer
v. Kalbens Vienauer Hafer
Dr. Kauffmanns Gelbhafer
Kippenhans Odenwälder Fahnen-
hafer
Kirsches Gelbhafer I
Kraffts rheinischer Gelbhafer
Leutewitzer Gelbhafer
Lischower Frühhafer
„ Hedwigshafer
v. Lochows Gelbhafer
Lüneburger Kleyhafer „Heide-
gold“
Lüneburger Kleyhafer „Kley-
könig“
Lüneburger Kleyhafer „Moor-
zauber“
Mansholts Haver I
„ „ III
Meßkircher Landhafer

Moosburger Gelbhafer
Niederarnbacher Gelbhafer
Pfarrkirchener Edelhafer
Pflugs Frühhafer
„ Gelbhafer
Probsteier Hafer
P. S. G. Antifrit-Weißhafer
P. S. P. Goldkornhafer
P. S. G. Nordsternhafer
v. Reininghaus' Mauerner Früh-
gelbhafer
Rimpaus Gelbhafer
Salzmünder Echohafer
Schrickers Gelbhafer
„ Sechsamter Weiß-
hafer F. 48
Schrickers Weißhafer Nr. 39
Sebenter Hafer I
Sobotkaer Fahnenhafer
Sperlings Sinslebener Hafer
Stauffers Obersülzer Gelbhafer
v. Stieglers Duppauer Hafer
Streckenthiner Hafer Nr. 30
„ Weißhafer Nr. 9
Strubes Schlanstedter Gelbhafer
Svalöfs Goldregenhafer
Wadsacks Gelbhafer
Weihenstephaner Gotenhafer
Werthers Ettersberger Gelbhafer
„ Göttinger Hafer

Gruppe II:

Mittelgruppe, bis höchstens
ca. 30% begrannte Außenkörner.

Carstens Hafer Nr. IV
Dahmer Gelbhafer
Deister Hafer

Dippes Überwinder Saathafer	Gruppe III:
Endreß' Frankenhafer	Stark begrannt, über 30% begrannte Außenkörner.
Dr. Eisenschmidts Fahnenhafer	Anderbecker Weißhafer
Fischers Wirchenblätter III	Berghafer
Günthers Weißhafer	Beselers Hafer II
Jägers Duppauer Hafer	Breustedts Ertragreichster Frühhafer
Janetzki's Neißegau-Hafer	Fischers Wirchenblätter Früh- hafer XVI
Dr. Kauffmanns Weißhafer	Görsdorfer Weißhafer
Kirsches Pfiffelbacher Weiß- hafer	Hörnigs Weißhafer
Lischower Kürassierhafer	Kiemes Weißhafer
Mahndorfer früher Viktoria- Weißhafer	Krafft's rheinischer Weißhafer
Mahndorfer Hafer	Lembkes Hafer „Baldur“
Mansholts Haver IIb	Lohmanns Weender Duppauer Hafer
Meyer-Bornsenscher Lüneburger Kleyhafer	Mettes Ligowo-Hafer
Peragis Weißhafer	Mittlauer Ligowo-Hafer
P. S. G. Bismarck-Hafer	P. S. G. Silber-Hafer
P. S. G. Viktoria-Hafer	Rotenburger Schwarzhäfer
Raeckes Weißhafer	Selchower weißer Rispen-Hafer
Schricker's Weißhafer „Diet- helm“	Stauffers Obersülzer Weißhafer
Sebenter Hafer II	Streckenthiner Weißhafer Nr. 2
Strubes Schlanstedter Weißhafer	Svalöfs Königshafer
Svalöfs Siegeshafer	„ Ligowo-Hafer II.

13. Die Körnerzahl im Ährchen.

Die Körnigkeit der Ährchen gehört wie die Begrannung zu den altbekannten morphologischen Merkmalen. Körnicke-Werner (17), Denaisse-Sirodot (7) benutzten sie bei der Gründung ihrer Systeme. Aber den Hauptgebrauch davon machte Atterberg (1), indem er die Körnigkeit als Grundlage seines Systems annahm. Seine Hauptgruppen charakterisierte er folgendermaßen:

- „A. Zweikörnige Hafer, die gern dreikörnige bilden;
- B. Zweikörnige Hafer, ausgeprägte Neigung zu Einkörnigkeit zeigend;
- C. Ebenso gern einkörnige, wie zweikörnige, oder vorwiegend einkörnige Hafer.“

Er spricht also von einer „Neigung“ zur Ausbildung einer Ährchenart, da sie stark äußerlichen Einwirkungen unterworfen ist.

Böhmer (3) sah die Neigung zur Dreikörnigkeit als Sorteneigenschaft an und berechnete den prozentischen Anteil von ein-, zwei- und dreikörnigen Ährchen an der Gesamtzahl der Ährchen der von ihm geprüften Sorten. Zade (27) legt „trotz aller tatsächlich vorhandenen Sortenunterschiede“ dieser Eigenschaft nur einen bedingten systematischen Wert bei.

Auch dieses Merkmal versuchte ich auf seine Brauchbarkeit zu prüfen. Ich zählte die gesamten Ährchen einer Rispe (außer den tauben), trennte die ein-, zwei-, drei- und doppelkörnigen voneinander und hielt sie zahlenmäßig fest. Daraufhin berechnete ich die Körnigkeit in Prozenten. Fast alle Sorten erwiesen sich als vorwiegend zweikörnig. Nur bei fünf wurde die Ährchenmajorität unter Addierung mit ein- oder dreikörnigen Ährchen gebildet. Nun konnte ich ziemlich ausgeprägte Unterschiede in der Neigung zur Ein- bzw. Dreikörnigkeit feststellen. Die Sorten verteilten sich auf drei Gruppen:

- Gruppe I: Überwiegende Mehrheit zweikörnig, Neigung zur Ein- oder Dreikörnigkeit sehr schwach ausgeprägt; 67 Sorten.
- Gruppe II: Vorwiegend zweikörnig, aber ausgeprägte Neigung zur Einkörnigkeit; 11 Sorten.
- Gruppe III: Vorwiegend zweikörnig, aber ausgeprägte Neigung zur Dreikörnigkeit; 24 Sorten.

Innerhalb der Sorten von den Gruppen II und III kamen auch häufig Rispen mit über 90 % zweikörniger Ährchen vor.

Gruppenbildung nach der Körnerzahl im Ährchen.

Gruppe I:	Breustedts Ertragreichster Früh-
Überwiegende Mehrheit zweikörnig, Neigung zur Ein- oder Dreikörnigkeit sehr schwach ausgeprägt.	hafer
	Dahmer Gelbhafer
	Deister Hafer
	Dippes Überwinder-Saathafer
Altmittweidaer Gelbhafer	Ebstorfer Kleyhafer
Anderbecker Weißhafer	Dr. Eisenschmidts Fahnenhafer
Beselers Hafer II	Engelens Gelbhafer „Kriemhild“
„ „ III	„ „ „Siegfried“
	27*

Erbachshofer Gelbhafer St. IV	P. S. G. Viktoria-Hafer
" Weißhafer	Raeckes Weißhafer
Fischers Wirchenblatter III	v. Reininghaus' Mauerner Früh-
" " Früh-	gelbhafer
hafer XVI	Rimpaus Gelbhafer
Francks Gelbhafer	Salzmünder Echohafer
Görsdorfer Gelbhafer	Schrickers Weißhafer Nr. 39
" Weißhafer	" " „Diethelm“
Günthers Weißhafer	Sebenter Hafer II
Heines Gelbhafer	Sperlings Sinslebener Hafer
Janetzkis Neißegauhafer	Stauffers Obersülzer Gelbhafer
Jägers Duppayer Hafer	" " Weißhafer
v. Kalbens Vienauer Hafer	Streckenthiner Weißhafer Nr. 2
Dr. Kauffmanns Gelbhafer	" Hafer Nr. 30
" " Weißhafer	Strubes Schlanstedter Gelbhafer
Kiemes Weißhafer	" " Weißhafer
Kippenhans Odenwälder Fahnen-	Svalöfs Goldregenhafer
hafer	" Ligowo-Hafer II
Kirsches Gelbhafer I	" Siegeshafer
" Pfißelbacher Weißhafer	Wadsacks Gelbhafer
Krafft's rheinischer Gelbhafer	Weihenstephaner Gotenhafer
Leutewitzer Gelbhafer	
v. Lochows Gelbhafer	
Lüneburger Kleyhafer „Moor-	
zauber“	
Mahndorfer Hafer	
" Früher Viktoria-	
Weißhafer	
Mettes Ligowo-Hafer	
Meyer-Bornsenscher Lüneburger	
Kleyhafer	
Mittlauer Ligowo-Hafer	
Moosburger Gelbhafer	
Niederarnbacher Gelbhafer	
Peragis-Weißhafer	
Pfarrkirchener Edelhafer	
Pflugs Frühhafer	
" Gelbhafer	
Probsteier Hafer	
P. S. G. Nordsternhafer	

Gruppe II:

Vorwiegend zweikörnig, aber
ausgeprägte Neigung zur Ein-
körnigkeit.

Bensings Findlinghafer
Fichtelgebirgszuchthafer
Lischower Frühhafer
Lüneburger Kleyhafer „Kley-
könig“
Meßkircher Landhafer
P. S. G. Antifrit-Weißhafer
P. S. G. Goldkornhafer
Schrickers Sechsamter Weißhafer
F. 48
Sebenter Hafer I
Sobotkaer Fahnenhafer
Streckenthiner Weißhafer Nr. 9

Gruppe III:	Lohmanns Weender Duppauer
Vorwiegend zweikörnig, aber	Hafer
ausgeprägte Neigung zur Drei-	Mansholts Haver I
körnigkeit.	Mansholts Haver II b
Berghafer	Mansholts Haver III
Brandts Gretchen-Hafer	P. S. G.-Bismarck-Hafer
Carstens Hafer IV	P. S. G.-Silber-Hafer
Dietzes Gelbhafer	Rotenburger Schwarzhafer
Endreß' Frankenhafer	Selchower weißer Rispen-Hafer
Hörnings Weißhafer	Schrickers Gelbhafer
Kraffts rheinischer Weißhafer	v. Stieglers Duppauer Hafer
Lembkes Hafer „Baldur“	Svalöfs Königshafer
Lischower Hedwigshafer	Werthers Ettersberger Gelb-
Lischower Kürassierhafer	hafer
Lüneburger Kleyhafer „Heide-	Werthers Göttinger Hafer.
gold“	

14. Der Beginn des Rispenschiebens.

In die später folgende „Beschreibung der einzelnen Sorten nach den untersuchten Merkmalen“ ist auch der Beginn des Rispenschiebens für jede Sorte in Petkus 1927 und in Dahlem 1928 eingetragen. Der früheste Termin wurde mit 00¹⁾, der nächstfrüheste mit 0, der folgende mit 1, usw. bezeichnet, ein Verfahren, wie es in der Saatzuchtwirtschaft Petkus angewandt wird. Auch hier war eine Übereinstimmung, außer bei Rotenburger Schwarzhafer, der 1927 sehr früh, 1928 ziemlich spät mit dem Rispenschieben begann.

Ein Unterschied von 2—3 Tagen im Beginn des Rispenschiebens ein und derselben Sorte an den beiden Orten war oft zu konstatieren und kann deshalb als Sortenunterschied nicht aufgefaßt werden.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Wenn wir einen Rückblick auf die vorliegende Arbeit werfen und nach ihrem Gesamtergebnis fragen, so werden wir es folgendermaßen formulieren können. Eine ganze Reihe von den hier behandelten morphologischen Merkmalen erwies sich für die Systematik der Hafersorten als praktisch brauchbar. Somit ist auch

¹⁾ Für Dahlem 1928 mit 0000.

eine Gruppenbildung ermöglicht worden. Durch die Mannigfaltigkeit der Merkmale ist es mehr oder minder gelungen, die Gruppen fortwährend zu verkleinern und auch die feineren Sortenunterschiede zu differenzieren. Im folgenden sollen die Ergebnisse einzeln besprochen werden:

1. Die Behaarung der Ränder des Spreitengrundes erhält dadurch als Sortenmerkmal besondere Bedeutung, daß wir imstande sind, eine Sortenunterscheidung schon zu einer Zeit wahrzunehmen, wo die meisten Merkmale noch nicht hervortreten. 10, höchstens 20 Hauptsprosse in einem günstigen Zeitpunkt, 14–8 Tage vor dem Rispenstehen, auf die Behaarung des Spreitengrundes ihrer Blätter hin untersucht, reichen aus, um eine Sorte nach dieser Richtung zu charakterisieren. Es ergaben sich 8 Gruppen:

- I. „Keine Haare“ — überwiegend,
- Ia. Mitte zwischen I und II,
- II. „Ein Haar“ + „vereinzelte“ + „einige“ + „mehrere“ — überwiegend,
- IIa. Mitte zwischen II und III,
- III. „Einige“ + „mehrere“ — überwiegend,
- IV. „Mehrere“ — überwiegend,
- V. „Mehrere bis viele“, gleichmäßig an den meisten Blättern,
- VI. „Viele“. Auch ein Teil der Blattscheide behaart.

2. Die Blattfarbe hat sich nur in extremen Fällen, sehr hellgrün und blaugrün, zur Sortencharakterisierung verwenden lassen.

3. Die Beobachtung von Heß (15), daß die Deformation des Rispenhüllblattes bei den einen Sorten als Spaltung, bei den anderen als Knickung der Spitze zum Ausdruck kommt, hat sich voll bestätigt. Nur wegen der geringen Zahl der deformierten Blätter mußte von einer Sorteneinteilung abgesehen werden.

4. Die gleichfalls von Heß (15) hervorgehobene Behaarung des obersten Halmknotens konnte für eine praktische Systematisierung dienen. Nach der Stärke der Behaarung stellte ich die Gruppen auf:

- I. Stark bis mittel,
- II. Schwach bis sehr schwach,
- IIa. Mitte zwischen II und III,
- III. Unbehaart.

5. Von den drei Gesichtspunkten, unter denen die Rispenform der verschiedenen Sorten beurteilt wird, 1. Stellung der Äste zur Hauptspindel, d. h. ihr Steifheitsgrad, 2. Rispenumriß,

3. aufrechter oder geneigter Stand der Hauptachse, zeigte sich der Steifheitsgrad als konstant. Die Gruppenbildung gestaltete sich wie folgt:

- I. Fahnenhafer,
- II. Steifrispenhafer vom Leutewitzer Typ,
- III. Steifrispenhafer vom Typ Svalöfs Goldregen,
- IV. Steifrispenhafer vom Probsteier Typ,
- V. Buschrispenhafer oder Übergang von Steif- zu Buschrispe,
- VI. Schlaffrispenhafer und Übergang von Busch- zu Schlaffrispe.

6. Nach der Kornfarbe wurden die Gruppen, I. Gelbhafer, II. Weißhafer, III. Schwarzhafer, gesondert. Die Kornfärbung mit Phenol fiel für die Sortentrennung negativ aus.

7. Nach der Kornform ergaben sich folgende Gruppen:

- I. Probsteier Kornform, kurz bis mittellang,
- II. " " , mittellang,
- III. " " , mittellang bis lang,
- IV. Leutewitzer Kornform,
- V. Kurzkornform,
- VI. Gerstenkornform,
- VII. Spitzkornform,
- VIII. Vollkornform.

8. Die Behaarung der Kornbasis konnte gleichfalls für die Sorteneinteilung ausgewertet werden. Nach der Zahl der Haare unterschied ich:

- I. „Keine Haare überwiegend“,
- II. „0 oder 0—1 oder 0—2 überwiegend“,
- III. Mittelgruppe: „0 bis über 6 überwiegend“,
- IV. „Über 6 überwiegend“.

Nach der Haarlänge: I. kurz bis mittellang, II. mittellang bis lang, III. lang bis sehr lang. Die letztere war auch durch eine abweichende Beschaffenheit der Haare sehr steif, stark glänzend und elastisch gekennzeichnet.

9. Nach der Behaarung des Stielchens am Außenkorne waren zwei Gruppen, I. unbehaart, II. behaart, der nur sieben Sorten angehörten, zu unterscheiden.

10. Die Stärke der Begrannung erwies sich in ihren Extremen als gut verwertbar, dagegen machten sich große Schwankungen bei den mittelbegrannnten Sorten geltend. Die Gruppennamen lauten:

- I. Unbegrannt bis schwach begrannt, 0 bis ca. 8 % begrannte Außenkörner,
- II. Mittelgruppe, bis höchstens ca. 30 % begrannte Außenkörner,
- III. Stark begrannt, über 30 % begrannte Außenkörner.

11. Die Körnerzahl im Ährchen ergab folgende Gruppierung:

- I. Überwiegende Mehrheit zweikörnig, Neigung zur Ein- oder Dreikörnigkeit sehr schwach ausgeprägt,
- II. Vorwiegend zweikörnig, aber ausgeprägte Neigung zur Einkörnigkeit,
- III. Vorwiegend zweikörnig, aber ausgeprägte Neigung zur Dreikörnigkeit.

In den Gruppen II und III waren aber auch Rispen mit keiner Neigung zur Ein- oder Dreikörnigkeit.

12. Die Behaarung an den Rändern des Spreitengrundes, am obersten Halmknoten, an der Kornbasis und am Stielchen traten unabhängig voneinander in verschiedenartigen Kombinationen auf. Einige Beispiele mögen dies veranschaulichen:

Sorte	Behaarung der Ränder des Spreiten- grundes	Behaarung des obersten Halmknotens	Behaarung der Kornbasis	Behaarung des Stielchens
v. Lochows Gelbhafer	unbehaart	stark bis mittel	0—0—2 überwiegend	unbehaart
Streckenthiner Weiß- hafer Nr. 2	"	unbehaart	über 6 über- wiegend	behaart
Fichtelgebirgszucht- hafer	mehrere bis viele	unbehaart	desgl.	unbehaart
Fischers Wirchen- blätter III	mehrere überwiegend	stark bis mittel	0 über- wiegend	unbehaart
Meßkircher Landhafer	IIa ziemlich behaart	unbehaart	0 über- wiegend	behaart

Diese reiche Mannigfaltigkeit in ihrer Unabhängigkeit untereinander macht die Kenntnis der Behaarungsmerkmale für die Systematik besonders wertvoll.

14. Die Starrheit des Svalöfer Systems machte sich auch durch die Verbindung der Rispenform mit einer bestimmten Kornform geltend. In gleicher Weise unterscheidet Böhmer (3) z. B. nur einen Steifrispenhafer mit Probsteier oder Leutewitzer Korn-

form. Ich fand aber noch einen solchen mit Kurzkornform wie P. S. G. Goldkornhafer. Auch der Buschrispenhafer steht keineswegs bloß mit einer Spelzenkornform in Zusammenhang. v. Kalbens Vienaer Hafer besitzt die Probsteier Kornform, Schrickers Gelbhafer mit seiner Buschrispe die Leutewitzer Kornform. Die in Svalöf aufgestellten Wechselbeziehungen fand ich also mehrfach durchbrochen. Man kommt doch schneller zum Ziele, wenn man jedes morphologische Merkmal für sich untersucht und durch keinerlei Bindungen mit anderen sich ablenken läßt. Das „divide et impera“ kann auch in der Systematik mit Erfolg angewandt werden. Zuerst die einzelnen Merkmale feststellen und dann sie zu einem Gesamtbilde zusammenschmieden.

15. In der Sorteneinteilung nach einigen der angeführten Merkmale sind auch Mittelgruppen enthalten. Diese sind nicht so scharf umrissen wie die ihnen benachbarten. Wenn eine Sorte der Mittelgruppen in allen ihren morphologischen Merkmalen mit denen einer Sorte von den Nachbargruppen sich vollkommen decken sollte, so wäre meines Erachtens ihre Zugehörigkeit zur Mittelgruppe kein ausreichender Grund, sie voneinander zu unterscheiden.

16. Folgende Sorten waren nach allen von mir untersuchten Merkmalen wegen ihrer völligen Übereinstimmung nicht zu unterscheiden. Im Beginn des Rispenziehens sind die beobachteten Unterschiede angegeben:

v. Lochows Gelbhafer
Niederarnbacher Gelbhafer
Francks Gelbhafer
v. Reininghaus' Mauerner Frühgelbhafer
Kraffts rheinischer Gelbhafer
Heines Gelbhafer
Pflugs Gelbhafer
Pflugs Frühhafer (1 Tag früher Rispen geschoben).

Leutewitzer Gelbhafer
Erbachshofer Gelbhafer St. IV

Weihenstephaner Gotenhafer
Moosburger Gelbhafer

Svalöfs Goldregenhafer
Salzmünder Echohafer

Strubes Schlanstedter Gelbhafer
 Stauffers Obersülzer Gelbhafer
 Kirsches Gelbhafer I
 Altmittweidaer Gelbhafer

Dippes Überwinder-Saathafer
 Dr. Kauffmanns Weißhafer

Streckenthiner Weißhafer Nr. 9
 P. S. G. Antifrit-Weißhafer

Brandts Gretchenhafer
 Sperlings Sinslebener Hafer

Pfarrkirchener Edelhafer
 Erbachshofer Weißhafer

Werthers Ettersberger Gelbhafer
 Mansholts Haver I (Rispen-schieben 2 Tage früher)

Rimpaus Gelbhafer
 Dr. Kauffmanns Gelbhafer (Rispen-schieben 2 Tage später)

Svalöfs Goldregenhafer				
Strubes Schlanstedter Gelbhafer	(Rispen-schieben 4 Tage früher)			
Stauffers Obersülzer Gelbhafer	(	"	4	" ")
Kirsches Gelbhafer I	(	"	4	" ")
Altmittweidaer Gelbhafer	(	"	4	" ")

Jägers Duppauer Hafer
 Sebenter Hafer II (Rispen-schieben 2—3 Tage früher)

Fichtelgebirgszuchthafer
 Schrickers Sechssämer Weißhafer F. 48 (Rispen-schieben 2 Tage früher)

Die folgenden Sorten unterscheiden sich nur dadurch, daß die eine in einem oder zwei Merkmalen zu einer Mittelgruppe gehört.

Lüneburger Kleyhafer „Heidegold“
 Endreß' Frankenhafer (Mittelgruppe in der Stärke der Begrannung)

Mettes Ligowo-Hafer
 Mittlauer Ligowo-Hafer (Mittelgruppe in der Behaarung der Ränder des Blattspreitengrundes)

Mittlauer Ligowo-Hafer

Schrickers Weißhafer „Diethelm“ (Mittelgruppe in der Stärke der Begrannung)

Stauffers Obersülzer Weißhafer

Strubes Schlanstedter Weißhafer (Mittelgruppe in der Behaarung des obersten Halmknotens und Mittelgruppe in der Stärke der Begrannung)

Stauffers Obersülzer Weißhafer

Dr. Kauffmanns Weißhafer (Mittelgruppe in der Stärke der Begrannung)

Dr. Kauffmanns Weißhafer

Kirsches Pfiffelbacher Weißhafer (Mittelgruppe in der Behaarung der Ränder des Blattspreitengrundes)

Dr. Kauffmanns Weißhafer

Strubes Schlanstedter Weißhafer (Mittelgruppe in der Behaarung des obersten Halmknotens)

Dippes Überwinder-Saathafer

Svalöfs Siegeshafer (Mittelgruppe in der Behaarung der Ränder des Blattspreitengrundes und Mittelgruppe in der Behaarung des obersten Halmknotens)

Strubes Schlanstedter Weißhafer

Svalöfs Siegeshafer (Mittelgruppe in der Behaarung der Ränder des Blattspreitengrundes)

Rudorf (22) hat einige von den hier angeführten Sorten variationsstatistisch untersucht. Er kam auch auf diesem Wege zum selben Ergebnis:

v. Lochows Gelbhafer

Pflugs Frühhafer ¹⁾

Pflugs Gelbhafer

Kraffts Gelbhafer

zeigten eine große „Übereinstimmung in fast allen Merkmalen der reifen Pflanze“.

Svalöfs Siegeshafer und Dippes Überwinder-Saathafer wiesen nur geringe Sortenunterschiede auf.

Die Einzelergebnisse der Untersuchungen sind in den beifolgenden Tabellen aufgeführt.

¹⁾ „Entwicklungsrhythmus“ abweichend.

Beschreibung der einzelnen Sorten

Sorte	Rispenform	Korn- farbe	Kornform	Behaarung der Ränder des Blatt- spreitengrundes überwiegend
Aderslebener Siegfriedhafer .	Steifrispe Probsteier	weiß	—	keine Haare
Altmittweidaer Gelbhafer . .	Steifr. Sv. Goldregen	gelb	Probsteier	1 Haar b. mehrere
Anderbecker Weißhafer . .	Steifrispe Probsteier	weiß	"	Mittelgruppe Ia
Bensings Findlinghafer . .	Fahnenhafer	gelb	Kurzkorn	1 Haar b. mehrere
Berghafer	Steifrispe Probsteier	weiß	Probsteier	mehrere
Beselers Hafer II	"	"	Probsteier kurz bis mittellang	"
Beselers Hafer III	"	gelb	Probsteier	einige bis mehrere
Brandts Gretchenhafer . . .	"	weiß	"	1 Haar b. mehrere
Breustedts Ertr. Frühhafer .	"	"	"	Mittelgruppe II a
Carstens Hafer IV	Buschrispe	"	"	keine Haare
Dahmer Gelbhafer	Übergang von Steif- zu Buschrispe	gelb	"	1 Haar b. mehrere
Deister Hafer	Steifrispe Probsteier	weiß	"	"
Dietzes Gelbhafer	"	gelb	"	einige bis mehrere
Dippes Überwinder S. Hafer .	"	weiß	"	1 Haar b. mehrere
Ebstorfer Kleyhafer	Buschrispe	"	"	keine Haare
Dr. Eisenschm. Fahnenhafer ²⁾	Fahnenhafer	gelb	"	mehrere
Endreß' Frankenhafer . . .	Steifrispe Probsteier	weiß	"	keine Haare
Engelens Gelbh. „Kriemhild“	Steifr. Leutewitzer	gelb	"	"
Engelens Gelbh. „Siegfried“	"	"	"	Mittelgruppe Ia
Erbachshofer Gelbh. St. I .	Steifrispe Probsteier	"	—	keine Haare
Erbachshofer Gelbh. St. IV .	Steifr. Leutewitzer	"	Leutewitzer	"
Erbachshofer Weißhafer ³⁾ .	Steifrispe Probsteier	weiß	Probsteier	Mittelgruppe II a
Fichtelgebirgs-Zuchthafer ⁴⁾ .	Schlaffrispe	"	Spitzkorn	mehrere bis viele
Fischers Wirchenbl. III . .	Übergang von Steif- zu Buschrispe	"	Probsteier	mehrere
Fischers Wirchenbl. Früh- hafer XVI	desgl.	"	"	keine Haare
Francks Gelbhafer	Steifr. Leutewitzer	gelb	Leutewitzer	"
Görsdorfer Gelbhafer ⁴⁾ . . .	Buschrispe	"	"	"
Görsdorfer Weißhafer . . .	"	weiß	Probsteier kurz bis mlg., plump	Mittelgruppe II a
Gudrun-Hafer	Steifr. Leutewitzer	gelb	—	1 Haar b. mehrere
Günthers Weißhafer	Steifrispe Probsteier	weiß	Probsteier	"

¹⁾ verkürzt: soll heißen: unbegrannt = schwach. — Besondere Merkmale: ²⁾ Korn mehr

nach den untersuchten Merkmalen.

Behaarung des obersten Halmknotens	Behaarung der Kornbasis überwiegend	Länge der Haare	Be- haarung des Stielchens	Stärke der Be- grannung	Beginn des Rispen- schiebens		Körnigkeit	
					Petkus 27	Dahlem 28	Vor- wie- gung.	Nei- gung
schwach bis sehr schwach	—	—	—	—	—	3	—	—
stark bis mittel	0—0—2	kurz bis mlg.	unbehaart	unbegr. ¹⁾	3	5	2	—
schwach bis sehr schwach	0 bis über 6	"	"	stark	—	6	2	—
stark bis mittel	0	"	"	unbegr.	4	6	2	zu 1 k.
schwach bis sehr schwach	über 6	"	"	stark	4	12	2	zu 3 k.
stark bis mittel	0 bis über 6	mittellang bis lang	"	"	5	8	2	—
"	0 bis über 6	kurz bis mlg.	"	unbegr.	3	5	2	—
schwach bis sehr schwach	über 6	"	"	"	4	9	2	zu 3 k.
stark bis mittel	0 bis über 6	"	"	stark	4	9	2	—
"	0 bis über 6	"	"	mittel	0	0	2	zu 3 k.
"	0 bis über 6	"	"	"	0	3	2	—
schwach bis sehr schwach	über 6	"	"	"	—	9	2	—
stark bis mittel	0 bis über 6	"	"	unbegr.	5	8	2	zu 3 k.
schwach bis sehr schwach	0	"	"	mittel	4	6	2	—
unbehaart	über 6	"	"	unbegr.	3	5	2	—
—	0 bis über 6	"	"	mittel	—	—	2	—
stark bis mittel	0 bis über 6	"	"	"	—	4	2	zu 3 k.
"	0—0—2	"	"	unbegr.	—	5	2	—
"	0	"	"	"	3	5	2	—
"	—	—	—	—	—	5	—	—
"	0	kurz bis mlg.	unbehaart	unbegr.	—	8	2	—
"	0—0—2	"	"	"	—	5	2	—
unbehaart	über 6	lang bis sehr lang	"	"	3	6	2—1	zu 1 k.
stark bis mittel	0	kurz bis mlg.	"	mittel	3	6	2	—
"	0—0—2	"	"	stark	1	1	2	—
"	0—0—2	"	"	unbegr.	1	3	2	—
"	0—0—2	"	"	"	2	5	2	—
"	0	"	"	stark	1	3	2	—
"	—	—	—	—	—	3	—	—
schwach bis sehr schwach	über 6	mittellang bis lang	unbehaart	mittel	—	8	2	—

scharf zugespitzt, keine Ligula. ³⁾ Rispen spitze sichelförmig gekrümmt. ⁴⁾ Blätter sehr hellgrün.

Sorte	Rispenform	Korn- farbe	Kornform	Behaarung der Ränder des Blatt- spreitengrundes überwiegend
Guntram Saathafer	Steifr. Leutewitzer	gelb	—	keine Haare
Haferneuzüchtung Nr. 105 .	Steifrispe Probsteier	weiß	—	einige bis mehrere
Haferneuzüchtung Nr. 205 .	Übergang von Steif- zu Buschrispe	gelb	—	1 Haar b. mehrere
Heines Gelbhafer	Steifr. Leutewitzer	"	Leutewitzer	keine Haare
Hohenheimer Hafer Nr. 5 .	Übergang von Steif- zu Buschrispe	weiß	—	einige bis mehrere
Hohenheimer Hafer Nr. 1a 7	desgl.	"	—	"
Hohenheimer Hafer Nr. 1a 9	"	"	—	keine Haare
Holl.Schwarzhafer „Präsident“ ¹⁾	Schlaffrispe	schwarz	—	"
Hörnings Gelbhafer	Steifr. Leutewitzer	gelb	—	"
Hörnings Weißhafer	Steifrispe Probsteier	weiß	Probsteier mittel- lang bis lang	"
Jägers Albhafer	Übergang von Steif- zu Buschrispe	"	—	1 Haar b. mehrere
Jägers Duppaner Hafer . .	desgl.	"	Probsteier	einige bis mehrere
Janetzkis Neißegauhafer . .	Steifrispe Probsteier	"	Probsteier kurz bis mittellang	1 Haar b. mehrere
v. Kalbens Vienaer Hafer .	Buschrispe	"	Probsteier mittel- lang bis lang	keine Haare
Dr. Kauffmanns Gelbhafer .	Steifr. Leutewitzer	gelb	Probsteier	"
Dr. Kauffmanns Weißhafer .	Steifrispe Probsteier	weiß	—	1 Haar b. mehrere
Kiemes Weißhafer	"	"	Probsteier	einige bis mehrere
Kippenhans Odenwälder Fahnenhafer	Fahnenhafer	"	Leutewitzer	keine Haare
Kippenhans Weißhafer . . .	Steifrispe Probsteier	"	—	Mittelgruppe 1a
Kirsches Gelbhafer I	Steifr. Svalöfs Glodr.	gelb	Probsteier	1 Haar b. mehrere
Kirsches Gelbhafer II	"	"	—	"
Kirsches Gelbhafer III . . .	Steifr. Leutewitzer	"	—	keine Haare
Kirsches Pfiffelbacher Weiß- hafer	Steifrispe Probsteier	weiß	Probsteier	Mittelgruppe 1a
Krafft's rhein. Gelbhafer . .	Steifr. Leutewitzer	gelb	Leutewitzer	keine Haare
Krafft's rhein. Weißhafer . .	Steifrispe Probsteier	weiß	Probsteier	mehrere
Lembkes Hafer „Baldur“ . .	Übergang von Steif- zu Buschrispe	"	Probsteier mittel- lang bis lang	"
Leutewitzer Gelbhafer	Steifr. Leutewitzer	gelb	Leutewitzer	keine Haare
Lichtenberger Weißhafer . .	Steifrispe Probsteier	weiß	—	"
Lischower Frühhafer	Übergang von Steif- zu Buschrispe	"	Probsteier	"

Besondere Merkmale: ¹⁾ Blätter sehr hellgrün.

Behaarung des obersten Halmknotens	Behaarung der Kornbasis überwiegend	Länge der Haare	Be- haarung des Stielchens	Stärke der Be- grannung	Beginn des Rispen- schiebens		Körnigkeit	
					Petkus 27	Dahlem 28	Vor- wieg.	Nei- gung
stark bis mittel	—	—	—	—	—	1	—	—
„	—	—	—	—	—	3	—	—
schwach bis sehr schwach	—	—	—	—	—	3	—	—
stark bis mittel	0—0—2	kurz bis mlg.	unbehaart	unbegr.	1	3	2	—
„	—	—	—	—	—	000	—	—
„	—	—	—	—	—	00	—	—
„	—	—	—	—	—	00	—	—
Mittelgruppe	—	—	—	—	—	0000	—	—
stark bis mittel	—	—	—	—	—	3	—	—
schwach bis sehr schwach	0 bis über 6	kurz bis mlg.	unbehaart	stark	5	6	2	zu 3k.
stark bis mittel	—	—	—	—	—	00	—	—
„	0 bis über 6	kurz bis mlg.	unbehaart	mittel	5	7	2	—
Mittelgruppe	0	„	„	„	3	5	2	—
unbehaart	0 bis über 6	„	behaart	unbegr.	0	3	2	—
stark bis mittel	0—0—2	„	unbehaart	„	1	3	2	—
schwach bis	0	„	„	mittel	2	6	2	—
sehr schwach	—	„	„	stark	—	6	2	—
stark bis mittel	0—0—2	„	„	unbegr.	—	10	2	—
„	—	—	—	—	—	6	—	—
schwach bis sehr schwach	—	—	—	—	—	6	—	—
stark bis mittel	0—0—2	kurz bis mlg.	unbehaart	unbegr.	3	5	2	—
„	—	—	—	—	—	6	—	—
„	—	—	—	—	—	3	—	—
schwach bis sehr schwach	0	kurz bis mlg.	unbehaart	mittel	4	5	2	—
stark bis mittel	0—0—2	„	„	unbegr.	1	3	2	—
„	über 6	mlg. bis lang	„	stark	4	6	2	zu 3k.
„	über 6	„	„	„	3	4	2—3	zu 3k.
„	0	kurz bis mlg.	„	unbegr.	5	8	2	—
schwach bis sehr schwach	—	—	—	—	—	3	—	—
unbehaart	0—0—2	kurz bis mlg.	unbehaart	unbegr.	3	4	2	zu 1k.

Sorte	Rispenform	Kornfarbe	Kornform	Behaarung der Ränder des Blattspreitengrundes überwiegend
Lischower Hedwigshafer . .	Steifrispe Probsteier	weiß	Probsteier	einige bis mehrere
Lischower Kürassierhafer . .	"	"	"	1 Haar bis mehrere
Lohmanns Weender Duppaner Hafer	"	"	"	Mittelgruppe II a
v. Lochows Gelbhafer . . .	Steifr. Leutewitzer	gelb	Leutewitzer	keine Haare
Lüneburger Kleyhafer „Heidegold“	Steifrispe Probsteier	weiß	Probsteier	"
Lüneburger Kleyhafer „Kleykönig“	Buschrispe	"	"	"
Lüneburger Kleyhafer „Moorzauber“	"	"	"	"
Mahndorfer früher Viktoria-Weißhafer	Übergang von Steif- zu Buschrispe	"	Probsteier kurz bis mittellang	einige bis mehrere
Mahndorfer Hafer	Steifrispe Probsteier	"	Probsteier	1 Haar bis mehrere
Malkwitzer S. Hafer	"	"	—	Mittelgruppe I a
Mansholts Haver I	Steifr. Leutewitzer	gelb	Probsteier	keine Haare
Mansholts Haver II b . . .	Steifrispe Probsteier	weiß	"	1 Haar bis mehrere
Mansholts Haver III	"	"	"	keine Haare
Mettes Ligowo-Hafer	Übergang von Steif- zu Buschrispe	"	Probsteier kurz bis mlg., plump	1 Haar bis mehrere
Meßkircher Landhafer ¹⁾ . .	Schlaffrispe	"	Vollkorn	Mittelgruppe II a
Meyer-Bornsenscher Lüneburger Kleyhafer	Übergang von Steif- zu Buschrispe	"	Probsteier	keine Haare
Mittlauer Ligowo-Hafer . . .	desgl.	"	Probsteier kurz bis mlg., plump	Mittelgruppe II a
Moosburger Gelbhafer ²⁾ . .	Steifr. Leutewitzer	gelb	Leutewitzer	keine Haare
Niederarnbacher Gelbhafer .	"	"	"	"
Nordharzer Burghafer	Steifrispe Probsteier	weiß	—	1 Haar bis mehrere
Oberlausitzer Saatzuchthafer .	"	"	—	desgl.
Peragis Weißhafer	"	"	Probsteier kurz bis mittellang	keine Haare
Pfarrkirchener Edelhafer ³⁾ .	"	"	Probsteier	Mittelgruppe II a
Pflugs Frühhafer	Steifr. Leutewitzer	gelb	Leutewitzer	keine Haare
Pflugs Gelbhafer	"	"	"	"
Pförtener Gelbhafer	"	"	—	"
Pförtener Weißhafer	Übergang von Steif- zu Buschrispe	weiß	—	mehrere
Probsteier Hafer	Steifrispe Probsteier	gelb	Probsteier	keine Haare

Besondere Merkmale: ¹⁾ Blätter sehr hellgrün. — ²⁾ Viel Übergänge von Steif- zu

Behaarung des obersten Halmknotens	Behaarung der Kornbasis überwiegend	Länge der Haare	Be- haarung des Stielchens	Stärke der Be- grannung	Beginn des Rispen- schiebens		Körnigkeit	
					Petkus 27	Dahlem 28	Vor- wieg.	Nei- gung
schwach bis sehr schwach	0 bis über 6	kurz bis mittellang	unbehaart	unbegr.	5	6	2	zu 3k.
"	über 6	desgl.	"	mittel	4	8	2	"
"	0 bis über 6	"	"	stark	2	8	2	"
stark bis mittel	0—0—2	"	"	unbegr.	1	3	2	—
"	0 bis über 6	"	"	"	3	5	2	zu 3k.
unbehaart	über 6	"	behaart	"	2	3	2	zu 1k.
"	0—0—2	"	unbehaart	"	4	5	2	—
stark bis mittel	0 bis über 6	"	"	mittel	0	1	2	—
schwach bis sehr schwach	0 bis über 6	"	"	"	3	6	2	—
stark bis mittel	—	—	—	—	—	4	—	—
"	0—0—2	kurz bis mlg.	unbehaart	unbegr.	2	4	2	zu 3k.
schwach bis sehr schwach	0 bis über 6	"	"	mittel	3	8	2	"
stark bis mittel	über 6	mlg. bis lang	"	unbegr.	2	6	2—3	"
"	0—0—2	kurz bis mittellang	"	stark	—	3	2	—
schwach bis sehr schwach	0	desgl.	behaart	unbegr.	—	1	2	zu 1k.
desgl.	0 bis über 6	"	unbehaart	mittel	3	3	2	—
stark bis mittel	0—0—2	"	"	stark	1	3	2	—
"	0—0—2	"	"	unbegr.	—	3	2	—
"	0—0—2	"	"	"	1	3	2	—
schwach bis sehr schwach	—	—	—	—	—	4	—	—
desgl.	—	—	—	—	—	7	—	—
stark bis mittel	0	kurz bis mittellang	unbehaart	mittel	1	1	2	—
"	0—0—2	desgl.	"	unbegr.	—	5	2	—
"	0—0—2	"	"	"	0	2	2	—
"	0—0—2	"	"	"	2	3	2	—
"	—	—	—	—	—	1	—	—
"	—	—	—	—	—	3	—	—
"	0	kurz bis mlg.	unbehaart	unbegr.	6	10	2	—

Sperrispe. — ²⁾ Rispen Spitze sichelförmig gekrümmt.

Sorte	Rispenform	Korn- farbe	Kornform	Behaarung der Ränder des Blatt- spreitengrundes überwiegend
P.S.G. Antifrit-Weißhafer . . .	Steifrispe Probsteier	weiß	Probsteier	keine Haare
P.S.G. Bismarck-Hafer . . .	Übergang von Steif- zu Buschrispe	"	"	"
P.S.G. Goldkornhafer . . .	Steifr. Svalöfs Goldr.	gelb	Kurzkorn	Mittelgruppe Ia
P.S.G. Nordsternhafer . . .	Übergang von Steif- zu Buschrispe	"	Probsteier	einige bis mehrere
P.S.G. Silberhafer	Steifrispe Probsteier	weiß	Probsteier mittel- lang bis lang	keine Haare
P.S.G. Viktoria-Hafer	"	"	Probsteier kurz bis mittellang	1 Haar bis mehrere
P.S.G. Albhafer	"	"	—	desgl.
Rastatter Gelbhafer Neuzucht	Steifr. Svalöfs Goldr.	gelb	—	keine Haare
Raeckes Weißhafer	Steifrispe Probsteier	weiß	Probsteier kurz bis mittellang	Mittelgruppe Ia
v. Reininghaus' Mauerner Früh- gelbhafer	Steifr. Leutewitzer	gelb	Leutewitzer	keine Haare
Rimpaus Gelbhafer	"	"	Probsteier	"
Rinecker Fahnenhafer ¹⁾ . . .	Fahnenhafer	"	—	"
Rotenburger Schwarzhafer ²⁾ .	Übergang von Steif- zu Buschrispe	schwarz	nähert sich Leutewitzer	"
Salzmünder Echohafer . . .	Steifr. Svalöfs Goldr.	gelb	Probsteier	1 Haar b. mehrere
Santmannshauser Hafer . . .	Steifrispe Probsteier	weiß	—	"
Saxonia-Weißhafer	Buschrispe	"	—	keine Haare
Schrickers Gelbhafer	"	gelb	Leutewitzer	einige b. mehrere
Schrickers Sechssämer Weißhafer F. 48 ³⁾ . . . }	Schlaffrispe	weiß	Spitzkorn	mehrere bis viele
Schrickers Weißhafer Nr. 39	Buschrispe	"	Probsteier mittel- lang bis lang	einige bis mehrere
Schrickers Weißhafer „Diet- helm“ }	Übergang von Steif- zu Buschrispe	"	Probsteier kurz bis mlg., plump	Mittelgruppe IIa
Sebenter Hafer I ⁴⁾	Steifrispe Probsteier	"	Probsteier	keine Haare
Sebenter Hafer II	Übergang von Steif- zu Buschrispe	"	"	einige bis mehrere
Selchower weißer Rispenhafer	desgl.	"	"	Mittelgruppe IIa
Sobotkaer Fahnenhafer . . .	Fahnenhafer	"	Gerstenkorn	"
Sperlings Sinslebener Hafer .	Steifrispe Probsteier	"	Probsteier	1 Haar bis mehrere
Stauffers Obersülzer Gelbhafer	Steifr. Svalöfs Goldr.	gelb	"	desgl.
Stauffers Obersülzer Weiß- hafer }	Steifrispe Probsteier	weiß	"	"

Besondere Merkmale: ¹⁾ Wachstumstyp mittelteneigt. — ²⁾ Blätter blaugrün. —

Behaarung des obersten Halmknotens	Behaarung der Kornbasis überwiegend	Länge der Haare	Be- haarung des Stielchens	Stärke der Be- grannung	Beginn des Rispen- schiebens		Körnigkeit	
					Petkus 27	Dahlem 28	Vor- wieg.	Nei- gung
unbehaart	über 6	kurz bis mlg.	behaart	unbegr.	4	8	2	zu 1 k.
stark bis mittel	über 6	mittellang bis lang	unbehaart	mittel	4	8	2—3	zu 3 k.
unbehaart	0—0—2	kurz bis mlg.	"	unbegr.	2	4	2	zu 1 k.
stark bis mittel	0—0—2	"	"	"	4	6	2	—
unbehaart	über 6	mittellang bis lang	behaart	stark	2	5	2	zu 3 k.
schwach bis sehr schwach	0	kurz bis mittellang	unbehaart	mittel	5	9	2	—
Mittelgruppe	—	—	—	—	—	7	—	—
stark bis mittel	—	—	—	—	—	1	—	—
schwach bis sehr schwach	0	kurz bis mittellang	unbehaart	mittel	3	5	2	—
stark bis mittel	0—0—2	"	"	unbegr.	1	3	2	—
"	0—0—2	"	"	"	—	1	2	—
Mittelgruppe	—	—	—	—	—	14	—	—
unbehaart	0 bis über 6	lang bis sehr lang	unbehaart	stark	00	10	2	zu 3 k.
stark bis mittel	0—0—2	kurz bis mlg.	"	unbegr.	6	9	2	—
schwach bis sehr schwach	—	—	—	—	—	7	—	—
unbehaart	—	—	—	—	—	4	—	—
"	0 bis über 6	kurz bis mlg.	unbehaart	unbegr.	—	0	2	—
"	über 6	lang bis sehr lang	"	"	—	4	2—1	zu 1 k.
stark bis mittel	0 bis über 6	kurz bis mittellang	"	"	—	3	2	—
"	0—0—2	desgl.	"	mittel	—	3	2	—
unbehaart	0 bis über 6	lang bis sehr lang	"	unbegr.	—	10	2	zu 1 k.
stark bis mittel	0 bis über 6	kurz bis mittellang	"	mittel	2	5	2	—
"	0 bis über 6	desgl.	"	stark	2	4	2	zu 3 k.
unbehaart	0 bis über 6	lang bis sehr lang	"	unbegr.	5	9	2—1 —Dk.	zu 1 k.
schwach bis sehr schwach	über 6	kurz bis mittellang	"	"	4	9	2	—
stark bis mittel	0—0—2	"	"	"	4	5	2	—
schwach bis sehr schwach	0	"	"	stark	3	4	2	—

3) Blätter sehr hellgrün. — 4) Rispe kurz gedrunken, Blätter blaugrün.

Sorte	Rispenform	Korn- farbe	Kornform	Behaarung der Ränder des Blatt- spreitengrundes überwiegend
v. Stieglers Duppauer Hafer .	Übergang von Steif- zu Buschrispe	weiß	Probsteier	Mittelgruppe II a
Streckenthiner Hafer Nr. 30 .	Steifrispe Probsteier	gelb	"	1 Haar b. mehrere
Streckenthiner Weißhafer Nr. 2 }	"	weiß	Probsteier mittel- lang bis lang	keine Haare
Streckenthiner Weißhafer Nr. 9	"	"	Probsteier	"
Strubes Schlanstedter Gelb- hafer }	Steifrispe Svalöfs Goldregen	gelb	"	1 Haar bis mehrere
Strubes Schlanstedter Weiß- hafer }	Steifrispe Probsteier	weiß	"	desgl.
Suckerts Goldhafer Nr. I . .	Steifrispe Svalöfs Goldregen	gelb	"	"
Svalöfs Goldregenhafer . .	desgl.	"	"	"
Svalöfs Königshafer	Steifrispe Probsteier	weiß	"	keine Haare
Svalöfs Ligowo-Hafer II . .	Übergang von Steif- zu Buschrispe	"	Probsteier kurz bis mlg., plump	einige bis mehrere
Svalöfs Siegeshafer	Steifrispe Probsteier	"	Probsteier	Mittelgruppe Ia
Wadsacks Gelbhafer	Steifrispe Svalöfs Goldregen	gelb	"	1 Haar bis mehrere
Weihenstephaner Gotenhafer ¹⁾	Steifr. Leutewitzer	"	Leutewitzer	keine Haare
Werthers Ettersberger Gelbhafer	"	"	"	"
Werthers Göttinger Hafer . .	Steifrispe Probsteier	weiß	Probsteier	"
Wobesder Saathafer	Übergang von Steif- zu Buschrispe	"	—	"

Besondere Merkmale: ¹⁾ Viel Übergänge von Steif- zu Sperrispe.

Literaturverzeichnis.

1. Atterberg, Neues System der Hafer-Varietäten nebst Beschreibung der nordischen Haferformen. Landw. Versuchsstationen, Bd. 39, S. 171.
2. Berkner, Der Getreidebau. Handbuch der Landwirtschaft., III. Bd., Lieferung 2. Berlin 1928.
3. Böhmer, Über die Systematik der Hafersorten sowie über einige züchterisch wichtige Eigenschaften der Haferrispe. Berlin 1909.
4. Böhmer, Hafer im Bilde. Fühlings landw. Ztg. 1911, S. 609.
5. Broili, Beiträge zur Hafer-Morphologie. Journ. f. Landwirtschaft 1910, S. 205.
6. Christie, Untersuchungen über alte norwegische Hafersorten. Fühlings landw. Ztg. 1912, S. 297.
7. Denaiffe und Sirodot, Zitiert bei Böhmer (3) und Zade (27).
8. Dommes, Beselers Hafer I, II, III. Mitteilungen der landw. Institute der Universität Breslau, Bd. IV, 1909, S. 495.

Behaarung des obersten Halmknotens	Behaarung der Kornbasis überwiegend	Länge der Haare	Be- haarung des Stielchens	Stärke der Be- grannung	Beginn des Rispen- schiebens		Körnigkeit	
					Petkus 27	Dahlem 28	Vor- wieg.	Nei- gung
schwach bis sehr schwach	0 bis über 6	kurz bis mittellang	unbehaart	unbegr.	4	10	2	zu 3 k.
stark bis mittel	über 6	mlg. bis lang	"	"	4	8	2	—
unbehaart	über 6	kurz bis mittellang	behaart	stark	0	3	2	—
"	über 6	"	"	unbegr.	3	8	2	zu 1 k.
stark bis mittel	0—0—2	"	unbehaart	"	2	5	2	—
Mittelgruppe	0	"	"	mittel	3	6	2	—
schwach bis sehr schwach	—	—	—	—	—	5	—	—
stark bis mittel	0—0—2	kurz bis mlg.	unbehaart	unbegr.	6	9	2	—
"	0—0—2	"	"	stark	4	6	2	zu 3 k.
"	0	"	"	"	1	5	2	—
Mittelgruppe	0	"	"	mittel	4	5	2	—
stark bis mittel	0 bis über 6	"	"	unbegr.	2	3	2	—
"	0—0—2	"	"	"	1	2	2	—
"	0—0—2	"	"	"	4	6	2	zu 3 k.
schwach bis sehr schwach	0 bis über 6	"	"	"	5	9	2	"
Mittelgruppe	—	—	—	—	—	3	—	—

9. Fernekess, Die Haferrispe nach Aufbau und Verteilung der Kornqualitäten. Diss. München 1908.
10. Fischer, M., Winterhafer. Fühlings landw. Ztg. 1900, S. 718.
11. Fischer und Mickel, Sommergerste, Wintergerste und Hafer. (Bd. 5 von Ramm: Deutsche Hochzuchten).
12. Fruwirth, Die Haferrispe bei der Beurteilung der Sorten und in der Züchtung. Fühlings landw. Ztg. 1907, S. 289.
13. Fruwirth, Handbuch der landwirtsch. Pflanzenzüchtung, Bd. IV, 1919.
14. Hermann, Die Untersuchung von Weizensorten durch Phenolfärbung der Samen. Diss. Halle 1924.
15. Hess, Morphologische Untersuchungen an 8 Hafersorten während des Wachstums und an der reifen Pflanze. Diss. Berlin 1927.
16. Hochzuchtregister der D. L. G. 1928.
17. Körnicke und Werner, Handbuch des Getreidebaues. Berlin 1885.
18. Pfuhl, Die Unterscheidung der Weizensorten durch Färbung der Körner. Angewandte Botanik 1927, Bd. 9, Heft 3.

19. Pieper, Ein Mittel zur Unterscheidung von Weizen am Korn. Deutsche landw. Presse 1922, Nr. 67, S. 438.
20. Rademacher, Zweijährige variationsstatistische Untersuchungen an einer Population und 30 reinen Linien von Hafer. Diss. Halle 1927.
21. Rudolf, Variationsstatistische Untersuchungen an Sorten und Linien von Hafer. Diss. Halle 1926.
22. Rudolf, Variationsstatistische Untersuchungen an Sorten und Linien von Hafer und einige Gedanken über das neu zu ordnende Saatenerkennungswesen für Getreide. Pflanzenbau, 3. Jahrgang 1926/27, S. 220.
23. Schneider, Vegetationsversuche mit 88 Hafersorten. Landw. Jahrbücher 1912, S. 767.
24. Snell, Kartoffelsorten. Berlin 1925.
25. Snell, Die Lichtkeimprüfung zur Bestimmung der Sortenechtheit von Kartoffeln. Mittlg. aus der Biolog. Reichsanstalt, Heft 34, Berlin 1927.
26. Tornau, Göttinger Hafer I, II, III, IV. Diss. Göttingen 1911.
27. Zade, Der Hafer. Jena 1918.

Anhang.

Einzelergebnisse der Untersuchungen¹⁾.

	Seite
Behaarung der Ränder des Spreitengrundes	418
Behaarung des obersten Halmknotens	422
Behaarung der Kornbasis	424
Stufenzahl der Rispe, prozentischer Anteil an ein-, zwei-, drei- und doppelkörnigen Ährchen und Prozentsatz der begrannten Außenkörner . . .	430
Länge der Haare an der Kornbasis	436

Die Behaarung der Ränder des Spreitengrundes.

v. Kalbens Vienaer Hafer.

	ID	IIP	IIID	IVP	ID	IIP
Keine Haare	10	10	7	6	10	10
1 Haar	0	0	2	1	0	0
Vereinzelte	0	0	1	3	0	0

Leutewitzer Gelbhafer.

	ID	IIP	IIID	IVP	ID	IIP	IIID
Keine Haare	10	10	8	8	10	10	9
1 Haar	0	0	2	1	0	0	1
Vereinzelte	0	0	0	1	0	0	0

¹⁾ Im Folgenden sind nur die Ergebnisse der Untersuchung von 22 Sorten aufgeführt. Die Angaben über die anderen Sorten sind in der Bücherei der Biologischen Reichsanstalt in Berlin-Dahlem niedergelegt und können dort eingesehen werden.

v. Lochows Gelbhafer.

	ID	IID	IIIP	IVD	VP ¹⁾	ID	IIP	IIID
Keine Haare	10	9	10	7	7	10	10	10
1 Haar . . .	0	0	0	2	2	0	0	0
Vereinzelte . .	0	1	0	1	2	0	0	0

Lüneburger Kleyhafer „Heidegold“.

	ID	IIP	IIID	IVP	ID	IIP	IIID
Keine Haare . .	10	10	7	10	10	10	10
1 Haar	0	0	3	0	0	0	0

Probsteier Hafer.

	ID	IIP	IIID	IVP	ID	IIID ²⁾
Keine Haare	10	10	7	4	10	8
1 Haar	0	0	2	5	0	0
Vereinzelte	0	0	0	1	0	0
Mehrere	0	0	1	0	0	1

P. S. G. Silber-Hafer.

	ID	IIP	IIID	IVP	ID	IIP	IIID
Keine Haare . .	10	9	10	7	10	10	10
1 Haar	0	0	0	2	0	0	0
Vereinzelte . .	0	1	0	1	0	0	0

Rotenburger Schwarzhafer.

	ID	IIP	IIID	IVP	ID	IIP	IIID
Keine Haare . .	10	9	8	6	6	7	6
1 Haar	0	0	1	3	0	1	1
Vereinzelte . .	0	0	1	1	3	2	3
Einige	0	1	0	0	1	0	0

Streckenthiner Weißhafer Nr. 9.

	ID	IIP	IIID	IVP	ID	IIP	IIID
Keine Haare . .	10	8	10	6	9	9	10
1 Haar	0	1	0	3	0	0	0
Vereinzelte . .	0	1	0	1	1	1	0

¹⁾ 11 Pflanzen untersucht.²⁾ 9 Pflanzen untersucht.

Anderbecker Weißhafer.

	I D	II D	I D	II P	III D
Keine Haare	10	7	0	5	5
1 Haar	0	1	6	2	3
Vereinzelte	0	2	4	3	2

Kirsches Pfiffelbacher Weißhafer

	I D	II P ¹⁾	III D	IV P ²⁾	I D	II P	III D
Keine Haare	9	6	4	6	0	6	6
1 Haar	1	4	4	2	4	4	4
Vereinzelte	0	2	2	1	6	0	0

Svalöfs Siegeshafer.

	I D	II P	III D	IV P	I D	II P	III D
Keine Haare	9	1	7	7	3	5	6
1 Haar	1	0	3	2	3	3	2
Vereinzelte	0	9	0	1	3	1	2
Einige	0	0	0	0	1	1	0

Bensings Findlingshafer.

	I D	II P ²⁾	III D	IV P	I D	II P	III D
Keine Haare	9	0	1	1	0	2	1
1 Haar	1	0	4	7	1	3	4
Vereinzelte	0	9	5	2	6	5	4
Einige	0	0	0	0	2	0	1
Mehrere	0	0	0	0	1	0	0

Dippes Überwinder-Saathafer.

	I D	II D	III P	IV D	V P	I D	II P	III D
Keine Haare	9	4	1	5	7	3	5	3
1 Haar	1	5	8	2	2	3	4	5
Vereinzelte	0	1	1	2	1	4	1	2
Einige	0	0	0	1	0	0	0	0

¹⁾ 12 Pflanzen untersucht.²⁾ 9 Pflanzen untersucht.

Mahndorfer Hafer.

	ID	IIP	IIID	IVP	ID	IIP	IIID
Keine Haare . .	8	0	3	0	0	1	2
1 Haar . . .	0	8	2	6	5	4	2
Vereinzelte . .	2	2	4	3	5	3	5
Einige	0	0	0	1	0	1	1
Mehrere . . .	0	0	1	0	0	1	0

Mettes Ligowo-Hafer.

	ID	IID	ID	IIP	IIID
Keine Haare .	3	3	0	0	0
1 Haar . . .	0	0	0	3	1
Vereinzelte . .	7	6	6	2	5
Einige . . .	0	1	3	5	4
Mehrere . . .	0	0	1	0	0

Strubes Schlanstedter Weißhafer.

	ID	IIP	IIID	IVP	ID	IIP	IIID
Keine Haare . .	10	5	3	7	4	5	2
1 Haar . . .	0	0	4	1	3	3	2
Vereinzelte . .	0	5	3	2	3	2	6

Svalöfs Goldregen-Hafer.

	ID	IIP ¹⁾	IIID	IVP	ID	IIP	IIID
Keine Haare . .	8	0	1	4	1	3	2
1 Haar . . .	1	0	5	3	6	4	0
Vereinzelte . .	1	9	4	3	3	3	7
Einige	0	0	0	0	0	0	1

Sobotkaer Fahnenhafer.

	ID	IIP	IIID	IVP	ID	IID
Keine Haare	8	1	1	1	0	0
1 Haar	0	0	0	4	0	0
Vereinzelte	2	9	6	5	5	4
Einige	0	0	3	0	4	5
Mehrere	0	0	0	0	1	1

¹⁾ 9 Pflanzen untersucht.

Beselers Hafer III.

	ID	IID	IIIP	IVD	VP	ID	IIP	IIID
Keine Haare	5	6	1	2	3	2	0	1
1 Haar . .	0	0	0	0	2	0	0	0
Vereinzelte .	5	4	0	2	3	1	4	3
Einige . .	0	0	9	1	2	2	5	1
Mehrere . .	0	0	0	5	0	5	1	5

Beselers Hafer II.

	ID	IIP	IIID	IVP	ID	IIP	IIID
Vereinzelte . .	10	0	1	4	0	4	1
Einige	0	0	1	2	4	2	1
Mehrere . . .	0	10	8	4	6	4	8

Fischers Wirchenblatter III.

	ID	IIP	IIID	IVP	ID	IIP	IIID
Keine Haare . .	2	0	0	0	0	0	0
Vereinzelte . .	8	0	0	3	0	0	3
Einige	0	0	2	2	3	3	1
Mehrere	0	10	8	5	7	7	6

Fichtelgebirgszuchthafer.

	ID	IIP	IIID	IVP	ID	IIP	IIID
Mehrere bis viele	10	10	10	10	10	10	10

Behaarung des obersten Halmknotens.

Gruppe I: stark bis mittel.

Bensings Findlingshafer.

	D	P
oberh. u. unterh. ¹⁾	5	1
unterhalb . . .	4	6
unbehaart . . .	1	3

Beselers Hafer II

	D	P
	8	8
	2	2
	0	0

Beselers Hafer III.

	D	P
oberh. u. unterh.	10	8
oberhalb . . .	0	0
unterhalb . . .	0	2

Fischers Wirchenblatter III.

	D	P
	10	7
	0	0
	0	3

¹⁾ Oberh. und unterh. bedeutet, daß die Haare sich oberhalb und unterhalb des Halmknotens befinden.

Leutewitzer Gelbhafer.

	D	P
oberh. u. unterh.	10	6
unterhalb . . .	0	3
unbehaart . . .	0	1

v. Lochows Gelbhafer.

	D	P
oberh. u. unterh.	10	3
unterhalb . . .	0	7
unbehaart . . .	0	0

Lüneburger Kleyhafer
„Heidegold“.

	D	P
oberh. u. unterh.	10	7
oberhalb . . .	0	1
unterhalb . . .	0	1
unbehaart . . .	0	1

Mettes Ligowo-Hafer.

	D	P
oberh. u. unterh.	10	7
oberhalb . . .	0	0
unterhalb . . .	0	3
unbehaart . . .	0	0

Probsteier Hafer.

	D ¹⁾
oberh. u. unterh.	9
unterhalb . . .	0
unbehaart . . .	0

Svalöfs Goldregenhafer.

	D	P
oberh. u. unterh.	10	3
unterhalb . . .	0	6
unbehaart . . .	0	1

Gruppe II: schwach bis sehr schwach.

Anderbecker Weißhafer.

	D	P
oberh. u. unterh.	0	0
oberhalb . . .	10	8
unbehaart . . .	0	2

Dippes Überwinder S-Hafer.

	D	P
oberh. u. unterh.	0	3
oberhalb . . .	10	4
unbehaart . . .	0	3

Kirsches Pfiffelbacher
Weißhafer.

	D	P
oberh. u. unterh.	0	1
oberhalb . . .	10	2
unterhalb . . .	0	2
unbehaart . . .	0	5

Mahndorfer Hafer.

	D	P
oberh. u. unterh.	0	4
oberhalb . . .	1	0
unterhalb . . .	9	4
unbehaart . . .	0	2

¹⁾ 9 Haupthalme untersucht.

Gruppe IIa: Mitte zwischen II und III.

Strubes Schlanstedter Weißhafer.			Svalöfs Siegeshafer.	
	D	P	D	P
oberh. u. unterh.	10	1	1	2
oberhalb . . .	0	1	8	0
unterhalb . . .	0	1	0	0
unbehaart . . .	0	7	1	8

Gruppe III: unbehaart.

Fichtelgebirgszuchthafer.			v. Kalbens Vienauer Hafer.	
	D	P	D	
unbehaart . . .	10	10	10	
P. S. G. Silberhafer.			Rotenburger Schwarzhaffer.	
	D	P	D	P
oberh. u. unterh.	0	1	0	0
oberhalb . . .	0	0	0	1
unterhalb . . .	0	1	0	1
unbehaart . . .	10	8	10	8
Sobotkaer Fahnenhafer.			Streckenthiner Weißhafer. Nr. 9.	
	D		D	P
unterhalb . . .	0		0	1
unbehaart . . .	10		10	9

Behaarung der Kornbasis.

P. = Petkus, D. = Dahlem.

Gruppe I: „o überwiegend“.

Rispa	Körner- zahl	0	1	2	3	4	5	6	über 6	Körnermehrheit mit Haaren
Bensings Findlingshafer.										
P. 1	82	73	7	2	0	0	0	0	0	0
2	115	104	11	0	0	0	0	0	0	0
3	99	89	9	1	0	0	0	0	0	0
4	109	108	1	0	0	0	0	0	0	0
5	121	118	3	0	0	0	0	0	0	0
D. 1	147	99	31	12	5	0	0	0	0	0
2	99	73	17	4	2	1	1	1	0	0
3	72	46	20	5	1	0	0	0	0	0

Rispe	Körner- zahl	0	1	2	3	4	5	6	über 6	Körnermehrheit mit Haaren
-------	-----------------	---	---	---	---	---	---	---	--------	------------------------------

Dippes Überwinder Saathafer.

P. 1	100	95	5	0	0	0	0	0	0	0
2	48	43	5	0	0	0	0	0	0	0
3	79	72	5	2	0	0	0	0	0	0
4	88	87	1	0	0	0	0	0	0	0
5	64	62	1	1	0	0	0	0	0	0
D. 1	44	42	1	1	0	0	0	0	0	0
2	48	45	2	1	0	0	0	0	0	0
3	56	54	2	0	0	0	0	0	0	0

Fischers Wirchenblatter III.

P. 1	63	60	3	0	0	0	0	0	0	0
2	73	62	8	3	0	0	0	0	0	0
3	61	51	7	3	0	0	0	0	0	0
4	36	16	15	4	1	0	0	0	0	0—1
5	102	77	19	4	2	0	0	0	0	0
D. 1	64	43	14	4	3	0	0	0	0	0
2	69	51	17	1	0	0	0	0	0	0
3	82	48	22	7	4	1	0	0	0	0

Kirsches Pfiffelbacher Weißhafer.

P. 1	35	31	4	0	0	0	0	0	0	0
2	57	57	0	0	0	0	0	0	0	0
3	55	47	6	1	0	0	0	1	0	0
4	39	39	0	0	0	0	0	0	0	0
5	67	54	7	3	2	1	0	0	0	0
D. 1	84	74	7	2	1	0	0	0	0	0
2	70	59	10	1	0	0	0	0	0	0
3	61	53	7	1	0	0	0	0	0	0

Leutewitzer Gelbhafer.

P. 1	81	54	21	4	1	1	0	0	0	0
2	107	89	16	2	0	0	0	0	0	0
3	64	41	18	3	2	0	0	0	0	0
4	53	44	5	3	1	0	0	0	0	0
5	87	49	26	7	4	0	1	0	0	0
D. 1	109	80	16	7	3	3	0	0	0	0
2	82	51	25	5	1	0	0	0	0	0
3	98	26	24	24	12	4	3	1	4	0—1

Rispe	Körner- zahl	0	1	2	3	4	5	6	über 6	Körnermehrheit mit Haaren
-------	-----------------	---	---	---	---	---	---	---	--------	------------------------------

Probsteier Hafer.

P. 1	53	52	0	0	1	0	0	0	0	0
2	63	50	9	2	1	0	0	0	1	0
3	74	62	10	1	1	0	0	0	0	0
4	62	53	7	1	0	1	0	0	0	0
5	82	75	7	0	0	0	0	0	0	0
D. 1	78	74	4	0	0	0	0	0	0	0
2	83	75	7	0	0	0	1	0	0	0
3	76	69	5	2	0	0	0	0	0	0

Strubes Schlanstedter Weißhafer.

P. 1	50	48	2	0	0	0	0	0	0	0
2	64	53	8	2	0	1	0	0	0	0
3	64	64	0	0	0	0	0	0	0	0
4	79	75	4	0	0	0	0	0	0	0
5	39	36	3	0	0	0	0	0	0	0
D. 1	62	44	10	4	2	1	0	1	0	0
2	63	49	11	2	1	0	0	0	0	0
3	96	82	13	0	1	0	0	0	0	0

Svalöfs Siegeshafer.

P. 1	62	61	1	0	0	0	0	0	0	0
2	67	67	0	0	0	0	0	0	0	0
3	61	59	1	0	1	0	0	0	0	0
4	63	60	1	2	0	0	0	0	0	0
5	56	13	5	9	7	5	3	5	9	0—3
6	63	58	4	1	0	0	0	0	0	0
D. 1	75	72	2	1	0	0	0	0	0	0
2	82	56	17	4	4	1	0	0	0	0
3	70	69	1	0	0	0	0	0	0	0

Gruppe II: „0 oder 0—1 oder 0—2 überwiegend“.

v. Lochows Gelbhafer.

P. 1	67	38	17	8	3	1	0	0	0	0
2	81	47	21	7	4	1	1	0	0	0
3	61	40	11	8	2	0	0	0	0	0

Rispe	Körner- zahl	0	1	2	3	4	5	6	über 6	Körnermehrheit mit Haaren
P. 4	85	25	29	21	7	3	0	0	0	0—1
5	71	26	28	13	3	1	0	0	0	0—1
6	56	23	19	9	4	1	0	0	0	0—1
7	79	26	25	13	7	5	1	1	1	0—1
8	77	24	16	14	15	4	2	1	1	0—1
D. 1	73	35	17	15	4	1	1	0	0	0—1
2	71	30	14	11	7	2	4	1	2	0—1
3	58	26	14	12	3	2	1	0	0	0—1

Mettes Ligowohafer.

D. 1	48	18	14	9	4	1	0	2	0	0—1
2	39	12	14	6	5	1	1	0	0	0—1
3	45	24	15	5	1	0	0	0	0	0

Svalöfs Goldregenhafer.

P. 1	102	89	10	3	0	0	0	0	0	0
2	93	46	18	14	2	3	4	0	6	0—1
3	93	70	14	6	1	1	1	0	0	0
4	86	58	19	4	2	3	0	0	0	0
5	89	49	21	6	8	2	2	0	1	0

Gruppe III: Mittelgruppe.

Anderbecker Weißhafer.

D. 1	55	3	6	1	6	2	3	1	23	4 bis über 6
2	70	7	13	8	5	8	3	4	22	4 bis über 6
3	80	6	11	19	13	13	5	4	9	0—3

Beselers Hafer II.

P. 1	46	5	2	6	9	3	3	1	17	4 bis über 6
2	56	8	10	5	12	5	7	1	8	0—3
3	61	1	5	9	7	6	5	2	26	5 bis über 6
4	45	1	5	2	8	2	1	3	23	über 6
5	48	3	0	5	8	7	6	2	17	5 bis über 6
D. 1	86	7	3	3	4	2	5	5	57	über 6
2	69	5	3	7	6	5	5	1	37	„ 6
3	73	1	1	0	3	4	4	4	56	„ 6

Rispe	Körner- zahl	0	1	2	3	4	5	6	über 6	Körnermehrheit mit Haaren
-------	-----------------	---	---	---	---	---	---	---	--------	------------------------------

Beselers Hafer III.

P. 1	86	1	3	7	7	2	3	2	61	über 6
2	63	28	23	8	3	0	0	0	1	0—1
3	67	21	18	8	7	8	2	0	3	0—1
4	110	13	13	6	9	8	4	0	57	über 6
5	66	3	4	6	1	5	1	0	46	„ 6
D. 1	71	1	2	13	11	15	6	6	17	4 bis über 6
2	56	1	3	5	9	10	6	2	20	4 bis über 6
3	80	0	0	1	0	2	1	0	76	über 6

v. Kalbens Vienauer Hafer.

P. 1	43	2	4	1	4	4	1	0	27	über 6
2	45	7	2	6	10	3	2	2	13	0—3
3	59	8	6	7	7	4	1	0	26	4 bis über 5
4	52	5	5	5	6	6	4	5	16	4 bis über 6
5	53	1	2	1	4	5	6	4	30	über 6
D. 1	45	0	0	0	3	5	2	2	33	„ 6
2	42	2	3	8	6	1	4	3	15	5 bis über 6
3	42	0	1	4	6	7	1	0	23	über 6

Lüneburger Kleyhafer „Heidegold“.

P. 1	57	12	9	9	8	3	3	1	12	0—2
2	39	1	5	7	9	2	4	0	11	0—3
3	61	2	2	4	5	4	4	3	37	über 6
4	47	3	3	7	8	5	2	2	17	4 bis über 6
5	38	0	1	3	2	9	3	3	17	5 bis über 6
D. 1	37	0	0	0	0	0	0	0	37	über 6
2	60	2	6	2	4	8	5	2	31	„ 6
3	38	0	1	0	3	3	2	1	28	„ 6

Mahndorfer Hafer.

P. 1	40	1	3	0	2	1	0	0	33	über 6
2	51	0	0	1	0	0	0	0	50	„ 6
3	52	1	0	0	4	1	0	0	46	„ 6
4	45	2	3	6	3	4	2	3	22	6 bis über 6
5	42	9	7	6	2	0	3	1	14	0—2
D. 1	74	6	0	2	2	0	3	0	61	über 6
2	68	2	1	0	0	0	0	2	63	„ 6
3	42	24	11	3	3	0	1	0	0	0

Rispe	Körner- zahl	0	1	2	3	4	5	6	über 6	Körnermehrheit mit Haaren
-------	-----------------	---	---	---	---	---	---	---	--------	------------------------------

Rotenburger Schwarzhafer.

P. 1	45	3	4	6	4	5	3	3	17	5 bis über 6
2	58	12	6	10	10	4	4	1	11	0—3
3	47	15	8	7	4	3	1	2	7	0—2
4	53	2	4	11	5	8	7	4	12	4 bis über 6
5	53	23	10	5	3	4	1	1	6	0—1
D. 1	38	9	16	10	3	0	0	0	0	0—1
2	56	19	2	7	1	4	1	1	21	0—3
3	22	2	1	1	0	1	0	1	16	über 6

Sobotkaer Fahnenhafer.

P. 1	115	57	32	15	10	0	1	0	0	0—1
2	91	17	18	17	13	8	15	2	1	0—2
3	101	35	28	20	11	7	0	0	0	0—1
4	99	12	26	21	15	12	8	2	3	0—2
5	81	27	31	17	3	2	1	0	0	0—1
D. 1	70	2	3	6	14	11	9	10	15	4 bis über 6
2	121	15	31	20	15	14	14	6	5	0—2
3	93	25	31	14	6	7	5	4	1	0—1

Gruppe IV: „über 6 überwiegend“

Fichtelgebirgszuchthafer.

P. 1	55	0	2	1	1	0	0	0	51	über 6
2	74	0	0	3	3	8	8	5	47	„ 6
3	61	0	1	2	1	1	1	0	55	„ 6
4	59	0	1	1	4	4	6	4	39	„ 6
5	57	2	2	2	5	5	4	4	33	„ 6
D. 1	56	1	2	0	6	7	9	6	25	6 bis über 6
2	49	4	1	3	3	4	2	4	28	über 6
3	79	0	1	1	6	4	6	5	56	„ 6

P. S. G. Silberhafer.

P. 1	40	0	0	0	0	0	0	0	40	über 6
2	39	0	0	0	0	3	0	0	36	„ 6
3	59	2	1	1	1	0	2	0	52	„ 6
4	38	0	0	0	0	0	0	0	38	„ 6
5	59	0	1	0	1	0	0	0	57	„ 6

Rispe	Körner- zahl	0	1	2	3	4	5	6	über 6	Körnermehrheit mit Haaren
D. 1	48	0	0	0	3	0	0	0	45	über 6
2	61	0	0	1	1	0	0	3	56	„ 6
3	52	0	1	0	1	0	0	0	50	„ 6

Streckenthiner Weißhafer Nr. 9.

P. 1	61	0	0	1	0	1	2	0	57	über 6
2	61	0	0	1	1	0	2	1	56	„ 6
3	49	2	1	2	4	9	4	2	25	„ 6
4	61	0	1	1	0	2	0	0	57	„ 6
5	60	0	0	1	0	0	0	0	59	„ 6
D. 1	42	0	0	1	0	0	0	1	40	„ 6
2	45	0	0	0	0	0	0	0	45	„ 6
3	38	0	0	2	0	1	0	3	32	„ 6

Stufenzahl der Rispe, prozentischer Anteil an ein-, zwei-, drei- und doppelkörnigen Ährchen und Prozentsatz der begrannten Außenkörner.

P. = Petkus, D. = Dahlem.

Rispe	Stufen- zahl	Ährchen- zahl	Körnigkeit in Prozenten				Prozente der begrannten Außenkörner
			1k.	2k.	3k.	D. K.	

Anderbecker Weißhafer.

D. 1	6	55	3,6	89,1	0	7,3	32,7
2	6	70	5,7	85,7	2,9	5,7	31,4
3	7	80	0	96,3	0	3,7	1,3

Beselers Hafer II.

P. 1	7	46	0	91,3	0	8,7	17,4
2	7	56	5,4	76,7	1,8	16,1	0
3	7	61	8,2	82	0	9,8	19,7
4	7	45	4,4	75,6	0	20	13,3
5	7	48	0	95,8	0	4,2	14,6
D. 1	6	86	0	56,9	3,5	39,6	27,9
2	6	69	0	55,1	23,2	21,7	34,8
3	7	73	1,4	91,8	0	6,8	13,7

Rispe	Stufen- zahl	Ährchen- zahl	Körnigkeit in Prozenten				Prozente der begrannten Außenkörner
			1k.	2k.	3k.	D. K.	

Beselers Hafer III.

P. 1	7	86	6,9	79,1	2,3	11,7	5,8
2	6	63	4,8	92	0	3,2	0
3	6	67	0	95,5	0	4,5	6
4	6	110	10,9	85,5	0	3,6	0
5	7	66	9,1	86,4	0	4,5	4,5
D. 1	7	71	5,6	93	0	1,4	0
2	7	56	0	89,3	0	10,7	0
3	7	80	1,2	90,1	0	8,7	0

Dippes Überwinder Saathafer.

P. 1	7	100	16	80	0	4	3
2	6	48	0	91,6	2,1	6,3	0
3	6	79	5,1	88,5	1,3	5,1	1,3
4	7	88	3,4	84,1	5,7	6,8	4,5
5	7	64	9,4	75	7,8	7,8	0
D. 1	6	44	0	50	40,9	9,1	13,6
2	7	48	6,3	83,2	6,3	4,2	6,3
3	6	56	7,1	71,5	8,9	12,5	23,2

Fischers Wirchenblatter III.

P. 1	8	63	9,5	90,5	0	0	1,6
2	8	73	5,5	94,5	0	0	11
3	7	61	1,6	98,4	0	0	0
4	6	36	8,3	91,7	0	0	0
5	8	102	3,9	84,4	10,8	0,9	7,8
D. 1	6	64	6,2	86	7,8	0	7,8
2	6	69	5,8	92,8	1,4	0	4,3
3	8	82	7,3	87,8	0	4,9	3,7

v. Kalbens Vienaer Hafer.

P. 1	6	43	2,3	90,8	2,3	4,6	0
2	5	45	0	82,2	6,7	11,1	0
3	5	59	3,4	91,5	0	5,1	0
4	6	52	3,8	90,4	0	5,8	0
5	6	53	0	90,5	0	9,5	0
D. 1	6	45	6,7	93,3	0	0	0
2	5	42	0	95,2	2,4	2,4	4,8
3	6	42	4,8	88,1	0	7,1	0

Rispe	Stufen- zahl	Ährchen- zahl	Körnigkeit in Prozenten				Prozente der begrannten Außenkörner
			1k.	2k.	3k.	D. K.	
Kirsches Pfiffelbacher Weißhafer.							
P. 1	7	35	0	91,4	0	8,6	20
2	7	57	1,8	80,6	12,3	5,3	1,8
3	8	55	3,6	96,4	0	0	0
4	7	39	0	87,2	0	12,8	18
5	7	67	9	86,5	0	4,5	3
D. 1	8	84	9,5	70,3	4,8	15,4	3,6
2	7	70	10	88,6	1,4	0	0
3	7	61	0	72,2	0	27,8	6,5
Leutewitzer Gelbhafer.							
P. 1	7	81	6,2	93,8	0	0	0
2	7	107	0,9	97,2	0	1,9	0
3	7	64	4,7	95,3	0	0	0
4	8	53	3,8	96,2	0	0	0
5	7	87	5,6	93,3	0	1,1	0
D. 1	8	109	0,9	99,1	0	0	0
2	8	82	3,7	96,3	0	0	0
3	8	98	1	98	0	1	0
v. Lochows Gelbhafer.							
P. 1	6	67	5	93,5	1,5	0	0
2	7	81	5	92,5	2,5	0	0
3	6	61	3,3	96,7	0	0	0
4	6	85	3,5	90,6	5,9	0	0
5	6	71	0	95,8	4,2	0	0
6	7	56	8,9	91,1	0	0	0
7	7	79	7,6	92,4	0	0	0
8	7	77	5,2	93,5	1,3	0	0
D. 1	7	73	0	76,8	21,8	1,4	0
2	6	71	4,2	93	2,8	0	0
3	7	58	0	98,3	0	1,7	0
Lüneburger Kleyhafer „Heidegold“.							
P. 1	6	57	5,3	80,6	10,6	3,5	3,5
2	6	39	7,7	74,3	2,6	15,4	0
3	6	61	4,9	67,3	16,4	11,4	0
4	7	47	4,3	80,8	2,1	12,8	0
5	7	38	5,3	81,5	0	13,2	0

Rispe	Stufen- zahl	Ährchen- zahl	Körnigkeit in Prozenten				Prozente der begrannnten Außenkörner
			1 k.	2 k.	3 k.	D. K.	
D. 1	7	37	0	86,5	0	13,5	0
2	6	60	0	18,4	41,6	40	5
3	6	38	13,2	73,6	0	13,2	0

Mahndorfer Hafer.

P. 1	8	40	0	92,5	0	7,5	0
2	8	51	3,8	82,5	7,8	5,9	7,8
3	7	52	1,9	86,6	7,7	3,8	0
4	7	45	13,3	75,5	6,7	4,5	0
5	6	42	26,2	61,9	7,1	4,8	4,8
D. 1	7	74	5,4	85,1	0	9,5	1,4
2	7	68	1,5	88,2	0	10,3	5,9
3	7	42	2,4	78,5	16,7	2,4	11,9

Mettes Ligowo-Hafer.

D. 1	6	48	0	89,6	0	10,4	64,7
2	—	39	2,6	74,3	12,8	10,3	15,7
3	6	45	0	84,4	0	15,6	33,4

Probsteier Hafer.

P. 1	8	53	1,9	96,2	0	1,9	0
2	7	63	6,3	87,3	3,2	3,2	1,6
3	7	74	0	91,9	2,7	5,4	0
4	6	62	0	87,1	3,2	9,7	0
5	7	82	2,4	92,7	4,9	0	0
D. 1	—	78	7,7	83,4	3,8	5,1	0
2	8	83	2,4	94	1,2	2,4	0
3	6	76	2,6	79	4,0	14,4	0

Strubes Schlanstedter Weißhafer.

P. 1	7	50	8	88	0	4	4
2	6	64	12,5	82,8	0	4,7	10,9
3	7	64	3,1	89,1	4,7	3,1	4,7
4	7	79	1,3	93,6	1,3	3,8	1,3
5	7	39	2,6	97,4	0	0	0
D. 1	—	62	8,1	85,5	1,6	4,8	3,2
2	7	63	1,6	93,6	4,8	0	4,8
3	7	96	9,4	87,5	1	2,1	6,2

Rispe	Stufen- zahl	Ährchen- zahl	Körnigkeit in Prozenten				Prozente der begrannnten Außenkörner
			1k.	2k.	3k.	D. K.	
Svalöfs Goldregenhafer.							
P. 1	8	102	4,9	90,2	0	4,9	0
2	7	93	6,5	84,9	2,1	6,5	0
3	8	93	6,5	91,4	0	2,1	0
4	7	86	15,1	83,7	0	1,2	0
5	6	89	5,6	86,6	5,6	2,2	0
Svalöfs Siegeshafer.							
P. 1	7	62	6,4	92	0	1,6	3,2
2	7	67	4,5	92,5	1,5	1,5	0
3	6	61	1,6	96,8	0	1,6	6,6
4	6	63	1,6	92	0	6,4	7,9
5	7	56	0	98,2	1,8	0	17,9
6	7	63	6,4	90,4	0	3,2	1,6
D. 1	7	75	4	84	9,3	2,7	0
2	7	83	2,4	83	2,4	12,2	1,2
3	7	70	0	42,8	40	17,2	1,4
Bensings Findlinghafer.							
P. 1	6	82	4,9	92,7	1,2	1,2	0
2	8	115	9,6	90,4	0	0	5,2
3	7	99	16,2	79,8	0	4	0
4	8	109	12,9	87,1	0	0	0,9
5	7	121	14,8	85,2	0	0	0
D. 1	8	147	4,8	91,1	0	4,1	0
2	8	99	9,1	88,9	0	1	0
3	8	72	26,5	70,7	0	2,8	0
Fichtelgebirgszuchthafer.							
P. 1	6	55	34,5	45,5	0	20	0
2	6	74	31,1	47,3	0	21,6	1,3
3	6	61	24,6	59	0	16,4	4,9
4	6	59	0	88,1	0	11,9	1,7
5	6	57	0	93	0	7	3,5
D. 1	7	56	0	96,4	0	3,6	0
2	5	49	4,1	51	0	44,9	2
3	6	79	19	39,2	0	41,8	1,3

Rispe	Stufen- zahl	Ährchen- zahl	Körnigkeit in Prozenten				Prozente der begrannten Außenkörner
			1 k.	2 k.	3 k.	D. K.	

Sobotkaer Fahnenhafer.

P. 1	7	115	41,8	27,8	0	30,4	0
2	7	91	24,2	24,2	0	51,6	0
3	7	101	48,5	39,6	0	11,9	0
4	8	99	34,4	33,3	0	32,3	0
5	7	81	3,7	81,5	0	14,8	0
D. 1	7	70	2,9	8,6	0	88,5	0
2	7	121	13,2	15,7	0	71,1	0
3	7	93	11,8	18,3	0	69,9	0

Streckenthiner Weißhafer Nr. 9.

P. 1	6	61	16,4	83,6	0	0	0
2	7	61	19,7	77	0	3,3	0
3	6	49	16,4	83,6	0	0	0
4	6	61	16,4	77	0	6,6	0
5	7	60	10	88,3	0	1,7	0
D. 1	—	42	2,4	81	0	16,6	0
2	—	45	28,9	37,7	0	33,4	0
3	—	38	15,8	73,7	0	10,5	1,6

P. S. G. Silberhafer.

P. 1	6	40	2,5	82,5	0	15	72,6
2	5	39	0	53,9	35,9	10,2	33,4
3	5	59	1,7	71,3	15,2	11,8	33,9
4	6	38	7,9	86,8	0	5,3	47,5
5	6	59	6,8	86,4	0	6,8	27,2
D. 1	6	48	0	70,8	22,9	6,3	29,1
2	7	61	3,3	72,2	22,9	1,6	6,6
3	6	52	3,8	86,6	0	9,6	40,9

Rotenburger Schwarzhäfer.

P. 1	6	45	0	97,8	2,2	0	62,2
2	6	58	0	89,6	10,4	0	65,6
3	6	47	0	80,9	19,1	0	61,8
4	6	53	1,9	84,9	7,5	5,7	3,8
5	6	53	0	79,2	20,8	0	69,9
D. 1	6	38	0	73,7	26,3	0	34,2
2	6	56	0	51,8	46,4	1,8	66,1
3	6	22	0	50	50	0	59,1

Länge der Haare an der Kornbasis an typischen Körnern gemessen.

Sorte	in mm
Altmittweidaer Gelbhafer	0,25
Anderbecker Weißhafer	1,10—1,50
Bensings Findlinghafer	0,50—0,90
Berghafer	1,25—1,75
Besellers Hafer III	0,50—1,25
Brandts Gretchen-Hafer	1,10—1,30
Breustedts Ertragsreichster Frühhafer	1,00—1,50
Carstens Hafer Nr. IV	0,50—1,25
Dahmer Gelbhafer	0,50—1,50
Deister Hafer	1,25—1,60
Dietzes Gelbhafer	1,10—1,50
Dippes Überwinder Saathafer	0,90—1,25
Ebstorfer Kleyhafer	0,80—1,50
Endreß' Frankenhafer	1,00—1,25
Engelens Gelbhafer „Kriemhild“	0,50—1,00
„ „ „Siegfried“	0,30—1,10
Erbachshofer Gelbhafer St. IV	0,75—0,90
„ Weißhafer	0,50—1,00
Fischers Wirchenblätter III	0,75—1,25
„ „ Frühhafer XVI	0,90—1,25
Francks Gelbhafer	0,50—0,75
Görsdorfer Gelbhafer	0,50—1,00
„ Weißhafer	0,90—1,00
Heines Gelbhafer	0,50—1,00
Hörnings Weißhafer	0,75—1,25
Jägers Duppauer Hafer	0,50—1,00
Janetzkis Neißegau-Hafer	0,50—1,10
v. Kalbens Vienauer Hafer	0,90—1,25
Dr. Kauffmanns Gelbhafer	0,50—0,75
„ „ Weißhafer	1,25
Kiemes Weißhafer	0,60—1,35
Kippenhans Odenwälder Fahnenhafer	0,40—1,25
Kirsches Gelbhafer I	0,50—0,75
„ Pfiffelbacher Weißhafer	0,75—1,25
Krafft's rheinischer Gelbhafer	0,50—0,75
Leutewitzer Gelbhafer	0,50—1,10

Sorte	in mm
Lischower Fröhhafer	0,90—1,50
„ Hedwigs-Hafer	0,50—1,60
„ Kürassier-Hafer	1,30—1,50
v. Lochows Gelbhafer	0,75—1,00
Lüneburger Kleyhafer „Heidegold“	0,75—1,25
„ „ „Kleykönig“	1,25—1,75
„ „ „Moorzauber“	0,90—1,25
Lohmanns Weender Duppaer Hafer	0,80—1,10
Mahndorfer früher Viktoria-Weißhafer	0,75—1,25
„ Hafer	1,00—1,60
Mansholts Haver I	0,60—1,25
„ „ IIb	0,50—1,50
Mettes Ligowo-Hafer	0,50—1,50
Meyer-Bornsenscher Lüneburger Kleyhafer	0,50—1,25
Mittlauer Ligowo-Hafer	0,60—1,00
Moosburger Gelbhafer	0,50—0,75
Niederarnbacher Gelbhafer	0,50—1,10
Peragis Weißhafer	0,75—1,00
Pfarrkirchener Edelhafer	0,60—1,25
Pflugs Fröhhafer	0,50—1,00
„ Gelbhafer	0,50—1,10
Probsteier Hafer	0,50—1,00
P. S. G. Goldkornhafer	0,50—1,50
P. S. G. Nordsternhafer	0,75—1,00
P. S. G. Antifritweißhafer	1,00—1,50
P. S. G. Viktoriahafer	0,50—0,55
Raeckes Weißhafer	0,80
v. Reininghaus' Mauerner Fröhgelbhafer	0,50—0,75
Rimpaus Gelbhafer	0,75—0,90
Salzmünder Echohafer	0,60—1,25
Schrickers Gelbhafer	0,50—0,75
„ Weißhafer Nr. 39	0,50—1,10
„ „ „Diethelm“	0,50—0,75
Sebenter Hafer II	1,25—1,60
Selchower weißer Rispenhafer	1,25—1,75
Sperlings Sinslebener Hafer	1,00—1,50
v. Stieglers Duppaer Hafer	1,00—1,50
Stauffers Obersülzer Gelbhafer	0,50—1,10
„ „ Weißhafer	0,25—0,90

Sorte	in mm
Streckenthiner Weißhafer Nr. 2	1,50—1,80
„ „ „ 9	0,90—1,50
Strubes Schlanstedter Gelbhafer	0,50—1,05
„ „ Weißhafer	0,75—1,10
Svalöfs Goldregenhafer	0,50—1,00
„ Königshafer	0,50—1,50
„ Ligowohafer II	0,90—1,35
„ Siegeshafer	0,75—1,15
Wadsacks Gelbhafer	0,50—1,25
Weihenstephaner Gotenhafer	0,75—1,25
Werthers Ettersberger Gelbhafer	1,00—1,50
„ Göttinger Hafer	0,75—1,00
Beselers Hafer II	1,25—2,00
Günthers Weißhafer	1,25—2,00
Kraffts rheinischer Weißhafer	1,25—2,25
Lembkes Hafer „Baldur“	1,25—1,90
Mansholts Haver III	1,35—2,00
P. S. G. Bismarckhafer	1,60—2,25
P. S. G. Silberhafer	1,20—2,00
Streckenthiner Hafer Nr. 30	1,75—2,25
Fichtelgebirgszuchthafer	2,00—5,00
Rotenburger Schwarzhafer	2,25—3,00
Schrickers Sechssämer Weißhafer F. 48	1,25—4,75
Sebenter Hafer I	2,25—3,25
Sobotkaer Fahnenhafer	2,00—4,50

Abgeschlossen im November 1928.

Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Appel danke ich verbindlichst für die Überlassung eines Arbeitsplatzes und für das der Arbeit entgegengebrachte Interesse. Herrn Reg.-Rat Dr. Snell sage ich meinen tiefgefühlten Dank für seine Anleitung und seine wertvollen Anregungen.

Der Weizen in Bulgarien.

Von

Dipl. Landw. Iwan Tuteff.

Mit einer Karte.

Einleitung.

Schon immer war Bulgarien ein Agrarstaat, in dem der Kleinbesitz vorherrscht. Infolgedessen hat sich die Wirtschaftsphysiognomie des Landes den völlig eigenen extensiven Typ erhalten. Die Landwirtschaft kennzeichnet sich durch einen ausgesprochenen Getreidebau, in welchem der Weizenbau vorherrschend ist. So werden alljährlich von der 3740228 ha betragenden Gesamtanbaufläche Bulgariens 2217063 ha mit Getreidepflanzen bebaut, von denen allein auf den Weizen 967389 ha entfallen. Das bedeutet, daß 25,86% der Gesamtanbaufläche des Landes mit Weizen bebaut wird, wodurch der Ruf Bulgariens als Weizenanbauland gerechtfertigt wird. Gerade der Kleinbetrieb gestattet hier kaum oder nur sehr schwer einen Übergang zum Fruchtwechsellsystem und insofern wird die bisherige Entwicklungslinie der bulgarischen Landwirtschaft bestehen bleiben, trotz der vielseitigen Bemühungen, den Leguminosen und den Hackfrüchten in den bäuerlichen Betrieben den Platz als Hauptkulturen einzuräumen.

Insofern ist es verständlich, daß das Hauptinteresse der bulgarischen Landwirte dem Weizen gilt und auf diesen konzentrieren sich auch zum größten Teil die züchterischen Bestrebungen der dortigen Versuchs- und Saatzuchtanstalten.

Formen und Varietäten des Weizens in Bulgarien, ihre Verbreitung und Eigenschaften.

Die Boden- und Klima-, die Besitz- und Betriebsverhältnisse des Landes haben einen starken Einfluß auf die Weizenvegetation ausgeübt und ihr einen ausgeprägten Charakter verliehen. So werden dort von dem Spelzweizen nur *Triticum monococcum* und *Triticum dicoccum* angebaut und das auch nur in beschränktem Maße. Letzterer wird etwas mehr angebaut und zwar in den Kreisen Stara Zagora, Burgas und Sofia, auf die allein 81,34% der

mit diesen Kulturen bebauten Anbaufläche entfällt (vgl. Karte). Beide erwiesen sich als sehr extensive Kulturen, mit geringer Ertragsfähigkeit, leicht von Krankheiten anfällig, sehr schwachwüchsig und proteinarm. Außerdem besitzen sie keine Frostfestigkeit und eine äußerst schwache Keimfähigkeit.

Der Weizenbau Bulgariens umfaßt im eigentlichen Sinne des Wortes nur die Nackt-Weizengruppe und von dieser hauptsächlich die Gruppen *Triticum vulgare* Vill, *Triticum durum* Desf. und weniger *Triticum turgidum* L. Sehr selten wird *Triticum compactum* angebaut, während *Triticum polonicum* nirgends anzutreffen ist. Die Verbreitung der Weizengruppen ist je nach Klima- und Bodenverhältnissen ganz verschieden. In früheren Zeiten waren die Varietäten des Hartweizens einzig und allein in Bulgarien verbreitet und erst später wurden sie von dem gemeinen Weizen erheblich verdrängt. *Triticum turgidum* tritt auch erst später auf und zwar in neuerer Zeit.

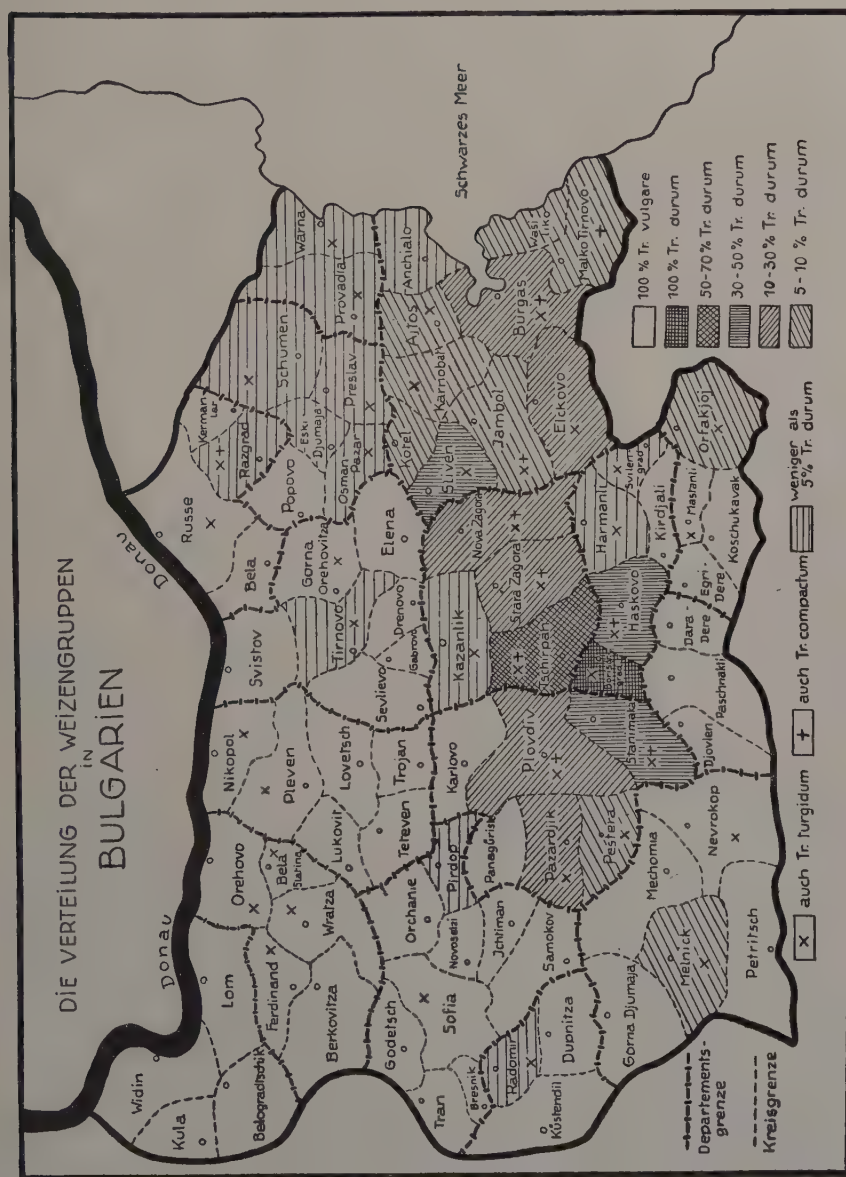
Obwohl die einzelnen Gruppen und Varietäten des Weizens in Bulgarien nicht gleichviel und ständig angebaut werden, so kann man doch für sie bestimmte Anbauggebiete abgrenzen und feststellen. So kann Süd-Bulgarien als ausgesprochenes Anbaugbiet des Hartweizens, Nord-Bulgarien als ein solches des gemeinen Weizens bezeichnet werden. Der englische Weizen ist fast überall verteilt, mit Ausnahme von Nord-West-Bulgarien, und hat kein ausgeprägtes Anbaugbiet.

Nicht selten ist er in Gemengesaat mit *Triticum vulgare* und *Triticum durum* vorzufinden. Ebenso liegen die Verhältnisse beim Zwergweizen, der aber gewöhnlich der Saat des Hartweizens beigemischt ist. Die Verteilung der Varietäten des Weizens in Bulgarien ist aus der beigegebenen Karte ersichtlich.

Im allgemeinen ist der Hartweizen anspruchsvoller in bezug auf Boden, Klima und Pflege und insofern findet er bessere Wachstumsbedingungen in Süd-Bulgarien vor. Der gemeine Weizen verträgt mehr das rauhe Klima, ist im ganzen anspruchsloser und zeigt bei ungünstigen Verhältnissen eine höhere Ertragsfähigkeit als der Hartweizen. Allein diesem Umstand verdankt der gemeine Weizen seine in letzter Zeit besonders wachsende Verbreitung, die sich sogar in den ausgesprochenen Anbaugebieten des Hartweizens stark bemerkbar macht.

Durchschnittlich wird in Bulgarien alljährlich eine Fläche von 967389 ha mit Weizen bebaut. Von diesen entfallen auf den Hart-

weizen 90855 ha, auf den gemeinen Weizen rund 869224 ha und auf den englischen Weizen und den Zwergweizen zusammen 7310 ha. Prozentual drückt sich dieses Verhältnis so aus, daß 89,85% des Bestandes der bulgarischen Weizenfelder auf *Tr. vulgare*, 9,39%



auf *Tr. durum* und 0,76% auf *Tr. turgidum* und *Tr. compactum* zusammen entfallen. Die Verbreitung der einzelnen dieser Weizen-
gruppen im Lande ist ganz verschieden und ist aus der unten-
stehenden Tabelle deutlich ersichtlich. Nach Departements verteilen
sie sich folgendermaßen:

Departement	Im Mittel bebaute Fläche						
	<i>Tr. vulgare</i>		<i>Tr. durum</i>		<i>Tr. turgidum</i>	<i>Tr. compactum</i>	<i>Tr. turgidum</i> und <i>Tr. compactum</i>
	in ha	in % der ge- samtanbaufläche	in ha	in % der ge- samtanbaufläche	in ha		in % der ges. Weizen- anbaufläche
Burgas . . .	120028	88,0	14729	10,8	1565	wenig und vermischt	1,2
Haskovo . .	24733	46,6	26997	50,9	1349	desgleichen	2,5
Küstendil . .	10163	ca. 100,0	wenig	—	3	desgleichen	—
Mastanli . .	7675	93,8	505	6,2	3	—	—
Paschmakli .	932	100,0	—	—	—	—	—
Petritsch . .	5651	85,3	944	14,2	31	desgleichen	0,5
Pleven . . .	90208	ca. 100,0	—	—	wenig	—	—
Plovdiv . . .	45098	70,5	16751	26,2	2146	desgleichen	3,3
Russe	53841	ca. 99,8	23	0,1	11	desgleichen	0,1
Schumen . .	87962	ca. 99,6	270	0,3	90	desgleichen	0,1
Sofia	13202	98,6	143	1,1	36	desgleichen	0,3
Stara Zagora	81569	72,1	29558	26,1	1991	desgleichen	ca. 1,8
Tirnovο . . .	88741	ca. 100,0	72	—	7	desgleichen	—
Warna . . .	61817	98,5	863	1,4	78	desgleichen	0,1
Widin	82944	ca. 100,0	wenig	—	—	—	—
Wratza . . .	94360	100,0	—	—	wenig und vermischt	—	—

Wie aus der obigen Tabelle hervorgeht, dominiert der gemeine
Weizen fast überall ganz bedeutend. In den West-Ost-Departements
nimmt er sogar volle 100% der mit Weizen bebauten Fläche ein
und in allen anderen beträgt sein Anbau über 50%. Er tritt
zurück gegenüber dem Hartweizen in den Departements Haskovo,
Stara Zagora, Plovdiv und etwas weniger in Burgas. In diesen
Gebieten hat der Hartweizen eine stärkere Verbreitung und ein
ausgesprochenes Anbauggebiet gefunden. In einzelnen Kreisen der
genannten Departements ist die Verbreitung des Hartweizens so
stark, daß er sogar in Wettbewerb mit dem gemeinen Weizen tritt.
So werden in dem Kreise Borisovgrad 96,7%, in dem Kreis
Tschirpan 65,0%, Haskovo 36,3%, Stanimaka 32,2%, Sliven 31,8%,

Plovdiv 22,4⁰/₀, Nova Zagora 11,9⁰/₀, Elchovo 16,1⁰/₀, Stara Zagora 13,4⁰/₀, Burgas 11,3⁰/₀ der Weizenanbaufläche mit Hartweizen bebaut.

Triticum turgidum und *Triticum compactum* sind auch in diesen Departements nur sehr schwach verbreitet. Der englische Weizen wird noch mehr und häufiger als Reinsaat angebaut als *Triticum compactum*, der nur in Gemengesaat zu finden ist. *Triticum turgidum* wird hauptsächlich in folgenden Departements angebaut: Plovdiv, Stara Zagora, Burgas Haskovo und teilweise auch in geringem Umfang in Schumen, Warna, Sofia, Petritsch und Russe.

Triticum compactum ist in den folgenden Departements in Anbau zu finden: Burgas, Stara Zagora, Plovdiv, Haskovo, Petritsch, Warna, Schumen, Sofia, Russe, Tirnovo und Küstendil.

Die oben angeführten Ziffern sind annähernde Werte, da eine offizielle Statistik für den Anbau der einzelnen Weizengruppen und Formen nicht besteht. Die Ziffern für die Verbreitung des Hartweizens in den einzelnen Departements habe ich dem Werke von Iw. Iwanoff, Sofia entnommen, der eingehende diesbezügliche Untersuchungen durchgeführt hat. Über die Verbreitung der Gruppen *Tr. turgidum* und *Tr. compactum* ist bis jetzt nichts bekannt. Meine Behauptungen bezüglich dieser beiden sowie *Tr. vulgare* stütze ich teilweise auf meine Beobachtungen, teilweise auf private Mitteilungen und auf die Ergebnisse der in der Versuchsstation Sadovo untersuchten Proben, gesammelt als Selektionsmaterial aus ganz Süd-Bulgarien. Da besonders *Tr. compactum* nicht rein gesät wird, stehen der Feststellung seiner Verbreitung fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen.

Im allgemeinen dürfte dieses Bild der Verbreitung der Weizengruppen in Bulgarien zutreffen. Jedoch finden alljährlich Verschiebungen statt, wobei in einigen Gegenden, so in den Departements Stara Zagora und Haskovo der gemeine Weizen sich immer mehr und mehr verbreitet und den Hartweizen verdrängt. Dies ist in Hinsicht auf die Eigenschaften des Kornes des letzteren sehr bedauerlich, jedoch unter Berücksichtigung der allgemeinen viel günstigeren vegetativen Eigenschaften des gemeinen Weizens zu erklären. Auch haben zur Verdrängung des Hartweizens in Süd-Bulgarien in letzter Zeit viel die Maßnahmen des Landwirtschaftsministeriums beigetragen, wobei auf eine sehr energische Weise die neugezüchteten Sorten der Versuchsstation Russe, die der Gruppe *Tr. vulgare* angehören, verbreitet werden.

Die einzelnen Weizengruppen sind in Bulgarien durch viele Varietäten vertreten und zwar gilt das von den Gruppen *Tr. durum* und *Tr. vulgare*. Der frühere Direktor der Versuchsstation in Sadovo, K. Malkoff, der einen Versuch zur Erforschung der Weizenvegetation Bulgariens im Jahre 1905 unternahm, stellte Varietäten von *Tr. durum* und Varietäten von *Tr. vulgare* fest. Die Untersuchungen, die Prof. Iw. Iwanoff in den Jahren 1920—26 unternahm, ergaben dagegen 14 Varietäten von *Tr. durum*. Von *Tr. turgidum* sind in Bulgarien etwa 3 Varietäten bekannt, während von *Tr. compactum* nur 1 Varietät gefunden werden konnte.

Im allgemeinen ist *Tr. durum* in den meisten Varietäten in Bulgarien verbreitet, obwohl es weniger als *Tr. vulgare* angebaut wird. Von den 14 von Iw. Iwanoff gefundenen Varietäten werden aber nur 6 hauptsächlich angebaut und zwar unter dem volkstümlichen Namen „Zagaria“. Zur Unterscheidung der einzelnen Varietäten setzt das Volk dann neben diesen Gruppennamen die Bezeichnung der Ährenfarbe, was aber fälschlicherweise geschieht, da diese in Wirklichkeit allein kein ausreichendes Unterscheidungsmerkmal ist. Zu den meist verbreiteten und rein angebauten Varietäten des Hartweizens gehören in erster Linie:

1. *Tr. durum* var. *hordeiforme* Host — Ziemlich langer und fester Halm, weshalb die Pflanze schwer lagert. Weist mittlere, fast schwache Bestockung auf. Ähren nackt, lang und rundlich, intensiv rot mit ausgeprägt roten Grannen, die ziemlich lang, grob gezähnt und fester Konstitution sind. Die Ährendichte ist mäßig. Im Mittel befinden sich in einer Ähre 30—40 Körner, die weiß sind mit cremefarbener bis gelber Nuance. Sie sind wie bei allen Hartweizenkörnern länglich und im Querschnitt oval und weisen ein mittleres absolutes Gewicht (1000 Körner) von 58 g auf. Diese Varietät ist am meisten verbreitet und in allen Gegenden zu finden, in denen Hartweizen angebaut wird. Besonders beliebt ist sie in den Schwarzerde-Gebieten des Departements St. Zagora. Nach Angaben der Anbauer dieser Gebiete soll sie der relativ widerstandsfähigste Hartweizen sein, jedoch ist der Beweis dafür experimentell noch keineswegs erbracht. Die Resultate der seit einer Reihe von Jahren auf dem Versuchsfeld der Station zu Sadovo angestellten Versuche zeigen, daß sie diesbezüglich eine mittlere Stellung einnimmt.

2. *Tr. durum* var. *coerulescens* Bayle — Die Höhe der Pflanzen ist ziemlich groß und der Halm fest. Bestockung ist wie

bei var. *hordeiforme*. Die Ähren sind hier schwach samtartig und intensiv schwarz mit einer kaum merklichen bläulichen bis violetten Nuance, lang und etwas flacher. Die Grannen sind lang und ebenso intensiv schwarz gefärbt. Die Ährendichte ist schwach. Die Körner sind weiß mit einer Nuance ins Cremefarbene und von mehr länglicher Form als die der var. *hordeiforme*. Das Gewicht von 1000 Körnern beträgt im Mittel 54 g. Diese Varietät ist die nächst dem verbreitetste nach *hordeiforme* und wird auch hauptsächlich in demselben Gebiete angebaut.

3. *Tr. durum* var. *apulicum* Kecke. — Wird, ebenso wie die var. *melanopus*, von der Bevölkerung als „Grauährige Zagaria“ bezeichnet, obwohl die beiden deutlich voneinander zu unterscheiden sind. Die Pflanzen haben die beträchtliche Höhe von 100—150 cm und einen festen aufrechtstehenden Halm. Die Bestockung ist schwach. Die Ähren sind rot, lang und samtartig und tragen mittellange bis lange grau-schwarze Grannen, die jedoch bleicher als die der var. *melanopus* sind. Die Ährendichte ist mittelmäßig. Die Körner sind weiß-cremefarbig und länger als die der übrigen Varietäten, ausgenommen *melanopus*. Das absolute Gewicht von 1000 Körnern beträgt im Mittel 57 g. Wegen ihrer Schönheit ist sie sehr beliebt, verschwindet aber immer mehr und mehr, da ihre allgemeinen vegetativen Eigenschaften unzulänglich sind. Trotzdem ist sie jetzt in den Kreisen St. Zagora, Stanimaka, Karnobat, Tschirpan und Orta-kiöj stark verbreitet.

4. *Tr. durum* var. *melanopus* Al. — Zum Unterschied von var. *apulicum* hat diese Varietät weiße Ähren mit schwach-cremefarbiger Nuance, die sehr lang und bezeichnenderweise auch sehr dick sind. Die Grannen sind hier verhältnismäßig kürzer als bei den übrigen Varietäten. Die Ährendichte ist bedeutend. Die Körner sind weiß-cremefarbig, sehr lang und hart. Ich habe schon oft Körner gefunden, die eine Länge von 1,2 cm aufwiesen. Das Gewicht von 1000 Körnern beträgt im Mittel 60 g. Diese Varietät ist sehr verbreitet und zwar in demselben Gebiete wie die var. *apulicum* und auch in Gemengsaat mit ihr zu finden. Wie unsere Versuche und unsere Züchtungsarbeit in der Versuchstation Sadowo ergaben, erwies sie sich als die anhaltende Trockenheit und Frost am besten vertragende Hartweizenvarietät. So erfroren z. B. im Jahre 1926—27 die meisten dort gesäten Hartweizenvarietäten oder lieferten zum Teil verkümmerte und zusammengeschrumpfte Körner, während die var. *melanopus* sich gut

weiter entwickeln konnte und vollkommen ausgebildete Körner lieferte.

5. *Tr. durum* var. *leucurum* Al. — Hat festen Halm, der eine im Vergleich zu der der anderen Varietäten kürzere und flachere, aber dafür auch dichtere Ähre trägt, nackt und von weißer Farbe mit hellgelber Nuance. Die Grannen sind mittellang bis lang von weißer-hellgelber Farbe und ziemlich hart und grob. Die Körner sind weiß-gelblich, nehmen bezüglich ihrer Länge eine mittlere Stellung ein, sind aber ziemlich breit und dick, so daß sie fast rundlich erscheinen. Das Gewicht von 1000 Körnern beträgt im Mittel 48 g. Diese Varietät ist ziemlich verbreitet, wird aber doch, ihrer hohen Ansprüche und schlechteren Ertragsfähigkeit wegen, weniger als die anderen angebaut und zwar hauptsächlich in Gemengsaat mit einigen von ihnen. Am meisten verbreitet ist sie in den Kreisen St. Zagora, Tschirpan, Plovdiv, Elchovo, Ortaköj.

Neben diesen hauptsächlich verbreiteten Varietäten des Hartweizens werden auch andere angebaut, namentlich *Tr. durum* var. *italicum* Al., *Tr. durum* var. *affine* Kcke, *Tr. durum* var. *libycum* Kcke, *Tr. durum* var. *Valenciae* Kcke und andere mehr, die Prof. Iwanoff untersucht und beschrieben hat. Jedoch ist ihre Bedeutung für den Hartweizenbau Bulgariens zu gering, um hier eingehender beschrieben zu werden. Über die vegetativen Eigenschaften des bulgarischen Hartweizens habe ich schon berichtet. Der Beschaffenheit seines Kornes nach liefert der Hartweizen besseres Mehlmaterial als alle anderen Weizengruppen. Er ist protein- und kleberreich, liefert mehr Mehl, das zäh ist und deswegen besser zu feineren Teigerzeugnissen taugt. Das Brot des Hartweizens ist schmackhafter und nahrhafter. Was den Proteingehalt anbetrifft, so steht der bulgarische Hartweizen an einer der ersten Stellen, was aus der folgenden Tabelle hervorgeht:

1. Ungarn	15,36%	5. Rumänien	13,28%
2. Rußland	15,00%	6. Deutschland	12,62%
3. Bulgarien	15,00%	7. Frankreich	11,26%
4. U. S. A.	13,63%	8. England	10,00%

So stellte im Jahre 1905 das Berliner Agrikultur-chemische Institut, das bulgarischen Hartweizen untersuchte, einen Proteingehalt der absoluten Trockensubstanz von mindestens 15,01% und höchstens 18,65%, im Mittel von 17,40% fest. Die analytischen

Untersuchungen, die die Versuchsstation in Sadovo zur Erforschung des bulgarischen Weizens seit einigen Jahren unternahm, dauern noch fort, aber die bisherigen Ergebnisse zeigen deutlich, daß der Proteingehalt des Hartweizens zwischen 14,0% und 16,0% schwankt. Wenn man alle diese Eigenschaften des bulgarischen Hartweizens berücksichtigt, ist der so bedeutende Rückgang seines Anbaus nur allzu bedauerlich. Da als Hauptgrund dieses Rückgangs die hohen Ansprüche, die der Hartweizen bezüglich Boden, Klima und Pflege stellt, und seine damit verbundene geringere Widerstands- und Ertragsfähigkeit angegeben werden, unternahm die Versuchsstation zu Sadovo eine Selektion, die die Heranzüchtung widerstandsfähigerer und ertragsreicherer Hartweizensorten anstrebt.

Der gemeine Weizen, der besonders in Süd-Bulgarien eine neuere Kultur ist, hat sich sehr schnell verbreitet. Obwohl ihm 89,24% des gesamten bulgarischen Weizenanbaues zufallen, ist er doch nicht durch so viele Varietäten wie der Hartweizen vertreten. Es werden von ihm zwei Formen angebaut — begrannte und unbegrannte, von denen jede durch nur wenige Varietäten vertreten ist. Die begrannte Form ist in Bulgarien geschichtlich älter und auch deren Varietäten werden mehr angebaut, während die des unbegrannten gemeinen Weizens erst in neuerer Zeit sich ausgebreitet haben. Die meist verbreiteten Varietäten des begrannten gemeinen Weizens sind:

1. *Tr. vulgare* var. *ferrugineum* Al. — Ziemlich hohe, feste Halme 3—4 mm dick mit glatten, langen Blättern, die spitz verlaufen. Die Bestockung ist außerordentlich groß, so beträgt im Mittel die Zahl der Schößlinge 10—14. Die Ähren sind sehr lang, intensiv rot gefärbt, fast locker und tragen mittellange rote Grannen von grober Konstitution. Die Zahl der Körner in einer Ähre beträgt im Mittel 25—35, die von roter Farbe, 6—8 mm lang, ziemlich breit und dick sind, so daß sie rundlich und kurz erscheinen, wie gewöhnlich bei dem gemeinen Weizen. Das Gewicht von 1000 Körnern beträgt im Mittel 36 g. Die Schnittfläche der Körner ist im Gegensatz zu der aller Hartweizenvarietäten ausgesprochen mehlig. Dieser Weizen wird auf dem Markt sehr begehrt und auch seiner vegetativen Eigenschaften wegen viel angebaut. Er ist sehr widerstandsfähig gegen Frost, andauernde Trockenheit und Krankheiten und ziemlich ertragreich. Die meist verbreiteten Sorten dieser Varietät sind der „Rasgrader rotährige

Weizen“ und die durch Selektion entstandenen Sorten Nr. 7, Nr. 14 und Nr. 16 der Versuchsstation Russe. Die letzteren zeichnen sich dadurch aus, daß sie sehr ertragreich, winterfest, rostfrei und lagerfest sind; sie werden in den letzten Jahren in großem Umfang angebaut. In besonders hohem Maße vereinigt diese Eigenschaften die Nr. 16 der Versuchsstation Russe, die als die Universalsorte Bulgariens angesehen und durch spezielle Maßnahmen vom Landwirtschaftsministerium verbreitet wird. Die Verbreitung dieser Varietät ist die größte von allen und sie ist überall zu finden, wo gemeiner Weizen angebaut wird.

2. *Tr. vulgare* var. *erythrospermum*. Die Höhe der Pflanzen ist erheblich und beträgt im Mittel 90—110 cm. Halme ziemlich fest, jedoch weniger als die der var. *ferrugineum*. Die Bestockung ist groß — im Mittel 7—12 Schößlinge, jedoch tragen von ihnen gewöhnlich nur 5—6 Ähren. Die Ähren sind kürzer als bei der var. *ferrugineum*, aber doch genügend lang; sie sind lockerer, oft teilweise unregelmäßig entwickelt, von weißer bis schwachgelblicher Farbe mit ebensolchen mittellangen Grannen. In einer Ähre sind gewöhnlich 25—30 Körner enthalten, die rot gefärbt sind und sonst im großen und ganzen die Farbe von denen der var. *ferrugineum* haben. Das Gewicht von 1000 Körnern beträgt im Mittel 34 g. Sie sind ziemlich reich an Kohlehydraten, aber ärmer an Protein. Vegetativ zeichnet sich diese Varietät durch Winterfestigkeit und Ertragsfähigkeit aus, die jedoch geringer als bei der var. *ferrugineum* sind. Sie wird ziemlich viel von Rost befallen und verträgt die andauernde Trockenheit weniger als *ferrugineum*. Die bekanntesten und verbreitetsten Sorten dieser Varietät sind der „Sevliever weißährige Weizen“ und die Züchtungssorte Nr. 84 der Versuchsstation Russe. Die letztere ist die ertragreichste und zeigt höchste Rostresistenz und Winterfestigkeit. Sie ist nicht viel weniger als Nr. 16 verbreitet und wird in vielen Gegenden, so z. B. im mittleren Nord-Bulgarien, bevorzugt.

3. *Tr. vulgare* var. *graecum* Kcke. — Die Höhe der Pflanzen ist mittelmäßig und beträgt 70—90 cm. Die Bestockung ist schwach — im Mittel 4—5 Schößlinge, von denen nur 2—3 Ähren tragen. Die Ähren sind kahl, mittellang, sehr locker, von weißer Farbe mit ebensolchen gespreizten Grannen. In einer Ähre sind im Mittel 20—25 Körner enthalten, von weißer Farbe, doch aber rötlich nuanciert. Sie sind mehr mehlig als glasig, weich, rundlich und im allgemeinen klein. Das Gewicht von 1000 Körnern

beträgt 29 g im Mittel. Ebenso wie die der var. *erythrospermum* sind sie reicher an Kohlehydraten und liefern ein kleberarmes Mehl, weswegen sie rein nicht zur Brotgewinnung verwendet werden. Vegetativ zeichnet sich diese Varietät durch Winterfestigkeit aus, sie lagert nicht leicht, ist rostfrei und widerstandsfähig, aber ziemlich ertragsarm und — unsicher. Die verbreitetste Sorte dieser Varietät ist der „Pirdoper Weißweizen“, der besonders in den höher gelegenen Gegenden angebaut wird. So z. B. ist er am meisten in den zwischen dem Balkan- und dem Mittelgebirge liegenden Ebenen verbreitet und zwar in den Kreisen Pirdop, Orchanie, Novoselzi, Ichtiman, Karlovo, Kazanlik usw. Bei der in der Versuchsstation Sadovo angestellten Selektion hat sich die durch mehrere Jahre gezüchtete reine Linie Nr. 15 besonders hervorgetan und sie dürfte eine geeignete Sorte für schwerere Böden und trockene Lagen abgeben. Im großen und ganzen gedeihen die Sorten dieser Varietät am besten auf leichteren Böden in wärmeren Lagen.

Außer diesen 3 hauptsächlich verbreiteten Varietäten des Bartweizens werden in Bulgarien noch folgende Varietäten derselben Untergruppe angebaut, obwohl in geringerem Maße: *Tr. vulgare* var. *sorellum*, *Tr. vulgare* var. *caesium*, *Tr. vulgare* var. *nigricans* Howard, *Tr. vulgare* var. *Cangalense* Howard, *Tr. vulgare* var. *nigro-aristatum* und *Tr. vulgare* var. *nigro-erythrospermum* Jakustin. Sie werden nie in reinem Bestande angebaut, sondern immer vermischt mit den drei schon beschriebenen Bartweizenvarietäten und schon deswegen ist ihre Bedeutung für die Weizenproduktion Bulgariens gering.

Von der Untergruppe des grannenlosen gemeinen Weizens, des sogenannten Kolbenweizens sind meist verbreitet:

4. *Tr. vulgare* var. *lutescens* Al. Die Pflanzen haben auf dem Felde eine durchschnittliche Höhe von 90—110 cm. Die Halme sind zwar dick, aber nicht fest genug, weswegen sie leicht lagern. Die Bestockung ist sehr groß bei einer mittleren Zahl der Schößlinge von 12—16, die, obwohl nicht alle gleichmäßig ausgebildet, doch fast alle Ähren tragen. Die Ähren sind kahl, weiß, mit schwach rötlichem Anflug. In einer Ähre sind im Mittel 42 Körner enthalten, die von roter Farbe, mehlig bis glasig, weich, feinschalig und ziemlich groß sind. Das Gewicht von 1000 Körnern beträgt im Mittel 41 g. Die Körner liefern ziemlich viel Mehl und wenig Kleie, das bezüglich seiner Backfähigkeit als sehr gut gewertet wird. Die vegetativen Eigenschaften dieser Varietät sind

keine hervorragenden, trotz gewisser Ertragsfähigkeit, da sie leicht lagert, sehr empfindlich ist und oft auswintert, sowie stark von Rost und Brand befallen wird. Namentlich bezieht sich das auf die einzige Sorte dieser Varietät, die in Bulgarien angebaut wird, die sogenannte „Noé“. Sie stammt wohl von der bekannten Sorte „Blé de Noé“ ab und ist in früheren Jahren aus Frankreich importiert worden. Ihr Anbau nahm besonders in den Nachkriegsjahren sehr große Ausmaße an, ist aber in letzter Zeit sehr stark zurückgegangen, da sie sich für die bulgarischen Verhältnisse als unpassend erwiesen hat. Um einige ihrer guten Eigenschaften zu erhalten, ist sie in der Versuchsstation Russe mit *Tr. vulgare* var. *ferrugineum* Al. gekreuzt worden. Der Bastard ist dann weiter bearbeitet worden und ist heute als die konstante Sorte Nr. 159 der Versuchsstation Russe ziemlich verbreitet. Letztere zeichnet sich wirklich durch Ertragsreichtum, Widerstandsfähigkeit und qualitativ wertvolles Korn aus. Von den übrigen Kolbenweizenvarietäten werden nur noch 2 angebaut, aber bedeutend weniger als die var. *lutescens* und zwar mehr in Mischungsart mit ihr. Mehr rein angebaut wird

5. *Tr. vulgare* var. *mitturum* Al. Die Pflanzen sind mittelhoch (70—90 cm) mit mittelstarken Halmen. Die Bestockung ist fast schwach, da im Mittel 3—5 Schößlinge, die aber alle kahle Ähren tragen, deren Farbe ebenso, wie die der Grannen, rot ist. Die mittlere Körnerzahl einer Ähre beträgt 31. Die Körner sind intensiv rot gefärbt, mehr glasig als mehlig, fast hart und mittelgroß; von ihnen wiegen 1000 = 33 g. Liefern gutes Mehl. Ist winterfest, rostfrei, aber nicht besonders ertragsreich. Die Verbreitung ist beschränkt; sie wird in reinem Zustande mehr in den Südwest-Departements Bulgariens Küstendil, Petritsch, Paschmakli und teilweise in Sofia angebaut. Die verbreitetste Sorte ist wohl der „Küstendiler Nacktweizen“, auf den sich auch die Beschreibung hauptsächlich bezieht.

6. *Tr. vulgare* var. *albidum* Al. Die Pflanzen sind ziemlich hoch; auf dem Felde beträgt die mittlere Höhe derselben 110 bis 120 cm, mit mitteldicken und festen Halmen, lagern aber schwer. Hat gute Bestockung, im Mittel mit 6—7 Schößlingen. Die Ähren sind kahl, dick, weiß mit schwach gelblicher Nuance, ebenso wie die Grannen. In einer Ähre sind im Mittel 45 Körner enthalten, die weiß mit schwach rötlichem Anflug sind, mehr mehlig als glasig, ziemlich lang und dick. Das Gewicht von 1000 Körnern beträgt

im Mittel 43 g. Liefert viel und wertvolles Mehl. Vegetativ ist die Varietät ziemlich winterfest und rostfrei, ihre Verbreitung ist nicht groß. In reinem Bestande wird sie wenig und zwar im Plovdiver und Stanimaker Kreise angebaut, sonst vermischt mit var. *lutescens*. Die verbreitetste Sorte ist die vom Volke „Golka“ (Nacktweizen) genannte, unter der man allerdings auch die übrigen Varietäten des Kolbenweizens miteinschließt. Auch die von außen importierte Sorte dieser Varietät „Edler Weißweizen“ wird dort in beschränktem Maße angebaut.

Obwohl, wie bisher ausgeführt, in Bulgarien ziemlich viele Varietäten und Sorten des Weichweizens angebaut werden, ist der Anbau des letzteren doch hauptsächlich von den Varietäten *ferrugineum* und *erythrospermum* beherrscht, die wohl schätzungsweise $\frac{3}{4}$ des Gesamtanbaues des gemeinen Weizens ausmachen dürften. Es wurde schon darüber gesprochen, daß der gemeine Weizen anspruchsloser und bei gleichen, ungünstigen Verhältnissen ertragsreicher und widerstandsfähiger als der Hartweizen ist. Die Beschaffenheit seines Kornes steht zwar hinter der des Hartweizens zurück, jedoch liefert er auch viel Mehl, das besonders backfähig ist und gutes schmackhaftes und nahrhaftes Brot liefert.

Welche Stellung der Weichweizen Bulgariens unter dem der übrigen Weizenländer einnimmt, geht aus der folgenden Tabelle hervor:

Produktions- land	Wasser	Protein	N-freie Extrakt- stoffe	Fett	Rohfaser	Asche
Ägypten	13,50	17,60	—	1,10	—	—
Nord-Amerika .	13,00	15,52	65,42	1,20	3,40	1,60
Ukraine	12,05	15,47	65,93	1,56	2,70	2,34
Rußland	13,50	14,57	65,86	1,34	2,93	1,82
Rumänien . . .	13,19	14,51	65,62	1,45	3,30	2,06
Bulgarien . . .	11,76	14,50	68,43	1,45	2,78	1,77
Polen	14,20	14,30	65,59	1,50	3,02	1,40
Ungarn	13,64	13,99	65,41	1,08	4,14	1,51
Argentinien . .	13,14	13,94	65,01	1,62	3,90	2,41
Italien	14,13	12,97	—	—	—	1,81
Spanien	15,20	12,70	66,24	1,80	2,86	1,40
Deutschland . .	16,46	12,63	—	—	—	—
Frankreich . . .	14,12	11,78	68,64	1,70	1,88	1,70
Australien . . .	12,66	11,06	70,25	1,48	2,93	1,62
England	14,84	10,50	69,08	1,54	2,37	1,64

Für die Beurteilung der qualitativen Eigenschaften des Weizens auf Grund seiner chemischen Zusammensetzung, die für die Weizen verschiedener Länder aus der obigen Tabelle zu ersehen ist, kommen als wichtigste Bestandteile der Wassergehalt, die Art und Menge der Eiweißstoffe und die N-freien Extraktstoffe in Frage. Im Feuchtigkeitsgehalt, der nach den äußeren Verhältnissen von Jahr zu Jahr starken Schwankungen unterworfen sein kann, steht der Bulgarische Weizen, wie ersichtlich, am niedrigsten. Er hat daher für die Vermahlung besondere Vorteile, auch bewegt sich die Schwankung des Feuchtigkeitsgehaltes in den relativ engen Grenzen von 11,23%—12,28%, während er nach Neumann (22) zwischen 8—23% schwankt.

Bei einem qualitativ guten Weizen ist andererseits der Proteingehalt hoch, wobei allerdings die Zusammensetzung des Klebers noch besonders beachtet werden muß. Die Untersuchungen der Versuchsstation Sadova, die seit einigen Jahren unternommen werden, ergaben bisher, daß der Proteingehalt des bulgarischen Weichweizens zwischen 12,5—16% schwankt. Sowohl hieraus, wie auch aus den oben für den Proteingehalt aufgeführten Zahlen geht hervor, daß der bulgarische Weizen nicht weit hinter dem russischen und nordamerikanischen zurücksteht, sowie daß er dem rumänischen und ungarischen gleichwertig ist.

Der englische Weizen ist in Bulgarien eine verhältnismäßige neue Kultur. Er ist besonders im Vergleich zu den beiden anderen Weizengruppen nur schwach verbreitet. In Bulgarien werden von ihm nur 3 Varietäten angebaut, diese allerdings nur selten rein:

1. *Tr. turgidum* var. *speciosissimum* Kcke. Die Höhe der Pflanzen auf dem Felde beträgt im Mittel 100—120 cm mit dicken festen Halmen. Die Bestockung ist nicht sehr bedeutend, im Mittel nur 3—5 Schößlinge. Die Ähre ist einachsig und einfach, kahl, bleich rot, ziemlich lang und dicht. Die Grannen sind grau, nach der Basis zu etwas dunkler, fast schwarz und ziemlich lang. In einer Ähre sind im Mittel 51 Körner enthalten, die auffallend groß und bauchig sind mit grober Schale und von weißer Farbe. Das Gewicht von 1000 Körnern beträgt im Mittel 61 g. Vegetativ ist diese Varietät nicht sehr winterfest, lagert schwer, ist gegen Rost empfindlich, aber sehr ertragreich. Die Körner sind sehr reich an Kohlehydraten, aber protein- und kleberarm. Sie liefern viel Mehl, das aber zur Brotbereitung untauglich ist, da der Teig zerfließt; deswegen wird es mit Mehl anderer Varietäten vermischt.

Sie ist fast die einzige Varietät des englischen Weizens, die mehr rein angebaut wird und ziemlich verbreitet in den Departements Plovdiv, Stara Zagora, Haskovo, Russe, Schumen, Warna und weniger in Sofia. Hauptsächlich angebaut werden von ihr die einheimische Sorte „Rapsal“ und die in der Versuchsstation Sadowo gezüchtete Sorte „Sadowoer Weißweizen“.

2. *Tr. turgidum* var. *dinurum* Al. Die Höhe der Pflanzen auf dem Felde beträgt wie die der Varietät *speciosissimum* im Mittel 110—120 cm. Die Halme sind dick und fest. Die Bestockung ist mittelstark mit 5—7 Schößlingen. Die Ähren sind behaart, rot, quadratisch, ziemlich dick und lang, die Grannen rot. In einer Ähre sind im Mittel 57 Körner enthalten, von nicht sehr intensiv roter Farbe, bauchig, rundlich, groß und von stark wechselndem Charakter des Bruches. Das Gewicht von 1000 Körnern beträgt im Mittel 56 g. Vegetativ zeichnet sich diese Varietät durch hohe Ansprüche, keine hervorragende Winterfestigkeit, aber Lagerfestigkeit und Ertragreichtum aus. Das Mehl, das von ihren Körnern gewonnen wird, ist ein recht gutes, protein- und kleberreiches, das gutes schmack- und nahrhaftes Brot liefert. Auch diese Varietät wird ziemlich viel rein angebaut und wird besonders in den Departements Stara Zagora, Haskovo, Plovdiv, Schumen, Russe und Warna angebaut. Die verbreitetste und wohl einzig rein angebaute Sorte ist der „Neue Weizen aus Stara Zagora“.

Außer diesen beiden hauptsächlich angebauten Varietäten findet man in Bulgarien auch eine Varietät der Unterart Wunderweizen, nämlich *Tr. turgidum* var. *plinianum* Kcke vor. Sie wird nie oder sehr selten rein angebaut, ausgenommen von einigen staatlichen Versuchs- und Saatzuchtanstalten, und besitzt deswegen keine Bedeutung. Auch ist sie infolge ihrer schlechten vegetativen Eigenschaften dort ungeeignet, denn sie lagert leicht, wird sehr von Rost befallen, degeneriert außerordentlich leicht und liefert nicht bedeutende Erträge.

Der englische Weizen ist schwach in Bulgarien vertreten. Im großen und ganzen ist er für die dortigen Verhältnisse insofern ungeeignet, als er anspruchsvoll ist, aber ein qualitativ nicht sehr gutes Korn liefert. Eine Ausnahme macht wohl die Varietät *dinurum*, die aber doch nicht an die Hart- und Bartweizenvarietäten heranreicht. Der englische Weizen ist sehr kleber- und proteinarm, dagegen reich an Kohlehydraten, liefert zwar viel, aber kleiereiches Mehl, welches schlechte Backfähigkeit besitzt. Man kann deswegen auch nicht auf seine größere Verbreitung in Bulgarien rechnen.

Die Gruppe des Zwergweizens ist in Bulgarien sehr wenig verbreitet, und zwar wird er nie rein, sondern immer vermischt mit den übrigen Weizenarten, besonders mit *Tr. durum* und *Tr. turgidum* angebaut; er hat keine Bedeutung für die Weizenproduktion Bulgariens und zeichnet sich durch große Anspruchslosigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Rost und Dürre, Ertragsarmut und minderwertigeres Kornmaterial aus. Gefunden habe ich von ihm nur die Varietät *Tr. compactum* var. *erinaceum* Kcke. — Die Höhe der Pflanzen auf dem Saatfelde ist gering, im Mittel 50—60 cm; die Bestockung ist schwach. Die Ähren sind kahl, sehr dicht, kurz, dick und rot. Die Grannen sind ziemlich hellrot und fast kurz. Die Körnerzahl einer Ähre beträgt im Mittel 35, die rot, klein, hart und in der Regel glasig sind.

Eine umfassende Beschreibung und Aufführung aller Varietäten ist mit den bisher genannten nicht geschehen. Wie schon betont, habe ich mich nur auf diejenigen Varietäten beschränkt, die für den dortigen Weizenanbau von gewisser Bedeutung sind, insofern sie also mehr oder weniger angebaut und auf den Markt gebracht werden. Die Keimfähigkeit der Körner, die auch Gegenstand der Untersuchungen war, ist eine sehr hohe und durchaus zufriedenstellende. Sie beträgt im Mittel 99,0%, maximum 100%, und minimum 93,5% für alle Varietäten aller Weizengruppen. Die schwächste Keimfähigkeit hat der Zwergweizen gezeigt, während die Varietäten *ferrugineum* Al., *erythrospermum* Kcke, *graecum* Kcke des gemeinen Weizens, die Varietäten *hordeiforme* Host, *coerulescens* Bayle, *melanopus* Al. des Hartweizens und die Varietät *dinurum* Al. des englischen Weizens eine 100%ige Keimfähigkeit aufwiesen.

Es ist schon daraus genug ersichtlich, welche Qualität der bulgarische Weizen besitzt, und wie er vom Standpunkt des Sortenbaues aus gewertet werden kann. Nach den hier gemachten Angaben kann kein Zweifel bestehen, daß der Weizen Bulgariens, der Qualität und Eigenschaft seines Kornes, sowie seiner Zusammensetzung nach eine der ersten Stellen einnimmt.

Literatur.

1. I. Gerum und Chr. Metzger, „Die Beeinflussung des Weizenklebers durch indifferente Stoffe“. Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungsmittel 1924, Bd. 47.
- „Zur Kenntnis des Weizenklebers“. Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungsmittel. 1923, Bd. 46.
- „Über Weizenkleber“. Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungsmittel. 1922, Bd. 44.

2. I. F. Hoffmann, „Das Getreidekorn“. Berlin, 1912.
 3. — „Die Sicherung der Getreideernten“.
 4. Ph. Holton, „The chemistry of the strength of wheat flour“. Journal of agricultural science 1924, Vol. 14, Page 587, Washington.
 5. Jahresberichte der Staatlichen landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Sofia, 1922—1925 (bulg.).
 6. Jahresberichte der Staatlichen landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Sadowo, 1905—1925 (bulg.).
 7. Jahresberichte der Staatlichen landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Russe, 1923—1925 (bulg.).
 8. Statistische Jahrbücher Bulgariens, herausgegeben von der Generaldirektion der Statistik, Sofia, 1905—1927.
 9. Iw. Iwanoff, „Der Hartweizen Bulgariens“. (bulg.) Sofia, 1927.
 10. T. Kosutány, „Der ungarische Weizen und das ungarische Mehl“. Budapest, 1907.
 11. J. König, „Die Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel“. Berlin.
 12. Fr. Körnicke, „Die Arten und Varietäten des Getreides“. Bonn, 1885.
 13. Chr. Kasasky, „Versuche mit Fruchtwechselwirtschaft auf dem Versuchsfelde der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Sofia in den Jahren 1919—1924“. (bulg.) Zeitschrift der landwirtschaftlichen Versuchsstationen Bulgariens. Jahrg. III, Bd. 2, Sofia, 1924.
 14. Konst. Malkoff, „Die bulgarischen Weizen“. (bulg.) 1908.
— „Die Verbreitung der Weizenarten in den einzelnen Departements Bulgariens“. (bulg.) Plovdiv 1907.
 15. A. Maúrizio, „Die Nahrungsmittel aus Getreide“. Berlin, 1917.
 16. T. Osborne, „The proteins of the wheat kernel“. Washington, 1907.
 17. G. Proytchoff, „Die Verbreitung der Varietäten *Tr. vulgare ferrugineum* Al. und *Tr. vulgare erythrospermum* Kcke in den Kreisen Bulgariens“. (bulg.) Zeitschrift der landwirtschaftlichen Versuchsstationen Bulgariens. Jahrg. III, Bd. 2, Sofia, 1924.
 18. K. Ritter, „Der Getreideverkehr der Welt vor und nach dem Kriege“. „Berichte über Landwirtschaft“. Neue Folge, Bd. 3, Seite 1, 370.
 19. C. S. Rask und C. L. Alsberg, „Untersuchungen über die Viskosität von Weizenstärken“. Zeitschrift für Spiritusindustrie. 1925, Seite 184.
 20. C. Salmon, „Durum wheat“. Washington, 1913.
 21. Chr. Sawoff, „Resultate der von der Versuchsstation in den Jahren 1914 bis 1924 angelegten Feldversuche“. (bulg.) Zeitschrift der landwirtschaftlichen Versuchsstationen Bulgariens. Jahrg. III, Bd. 4, 5, 6, Sofia, 1925.
 22. N. Neumann, „Brotgetreide und Brot“. Berlin, 1920.
 23. H. E. Woodman and F. L. Engledow, „A chemical study of the development of the wheat grain“. Journal of agricultural science. 1924, Vol. 14, Page 563, Washington.
 24. H. E. Woodman, „The chemistry of the strength of wheat flour“. Journal of agricultural science. 1922, Vol. 12, Page 231, Washington.
 25. Al. Zaharia, „Der rumänische Weizen“. Bukarest, 1911.
— „Le blé Roumain. Recoltes des années 1900—1908“. Bukarest, 1910.
-

Besprechungen aus der Literatur.

Der Züchter. Zeitschrift für theoretische und angewandte Genetik.
Verlag Julius Springer in Berlin.

Im Auftrage der Gesellschaft zur Förderung deutscher Pflanzenzucht und des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Züchtungsforschung wird diese Zeitschrift seit April dieses Jahres von Erwin Baur, Berlin-Dahlem herausgegeben. Die Schriftleitung besorgt B. Husfeld, Berlin. Nach den vorliegenden Heften zu schließen, dürfte die Zeitschrift ihre Aufgabe, ein Bild der neuesten Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der theoretischen und angewandten Genetik zu geben, voll erfüllen. Sn.

Kern, E. E. Lebende Hecken und schützende Waldstreifen.
Mit 168 Abbildungen im Text. Herausgegeben vom Allverbandlichen Institut für angewandte Botanik und neue Kulturen. Leningrad 1929.
(In russischer Sprache.)

„Lebende Hecken. Wie einfach sind die zwei Worte an sich, von welch' tiefem Inhalte sind sie aber erfüllt.“ — Dieser einleitende Satz ist kennzeichnend für die Beziehung des Verfassers zum Gegenstande seiner Betrachtungen. Denn nicht nur wirtschaftlich materielle Überlegungen, sondern auch solche rein ästhetischer Natur leiteten den Verfasser bei der Abfassung dieser Schrift.

Nach einem kurzen geschichtlichen Überblick werden die Anlage- und Pflegemethoden der lebenden Einfriedigungen beschrieben. Der Verf. lehnt wie Schwabe (Die Herstellung und Hegung lebender Hecken) die Heckenform mit dem viereckigen Querschnitt (sogenannte Kastenform) ab und tritt für die Dreieck- oder Trapezform ein, die eine gleichmäßige Verteilung von Luft, Licht und Niederschlägen auf alle Teile der Hecke gewährleistet. In einem weiteren Abschnitt werden die Hage entlang den Eisenbahnlinien behandelt, die mehrreihig und breiter als die eigentlichen lebenden Einfriedigungen angelegt werden. Sie sollen in der Hauptsache Schutz gegen die in Rußland sehr häufigen Schneeverwehungen bieten. In den Waldgegenden nimmt darin die Tanne, in den Waldsteppen und den trockenen Steppen die Eiche den ersten Platz ein. Die Hage umfassen in den russischen Waldsteppen und reinen Steppengebieten nach Angabe des Verfassers eine Fläche von 100000 ha.

Eine wichtige Aufgabe in der Landwirtschaft der Steppengegenden haben die Waldstreifen zu erfüllen. Sie sollen: den Schnee ansammeln, den Wind aufhalten, den Feuchtigkeitsgehalt der anliegenden landwirtschaftlichen Böden erhöhen und Nistgelegenheiten für die nützlichen Vögel bieten. Bemerkenswert ist die Ertragssteigerung, welche auf die Wirkung der Waldstreifen zurückzuführen ist. So wurden in der Kamennaja-Steppe an Roggenkörnern pro Dessj. geerntet:

	Offene Steppe	60 ssajen von Waldstreifen entfernt
Im Jahre 1921	13,8 Pud	79,0— 65,2 Pud
Im Jahre 1922	99 „	171,7—142,3 „

Unter gewissen Bedingungen bringen die Waldstreifen auch Nachteile mit sich. So können sie z. B. durch Aufhalten des abgekühlten Luftstromes die Nebelbildung begünstigen; die südlich angrenzenden Felder trocknen schneller aus als die nördlich gelegenen. Nach der Meinung des Verf. sind die Waldstreifen in den meisten Fällen von großem Nutzen für die Landwirtschaft. Im Don-Gebiet sollen in Zukunft 130000 ha und in der Ukraine 11000000 ha bepflanzt werden.

Nach diesen interessanten Ausführungen folgt eine Übersicht der hauptsächlichlichen Baum- und Straucharten, die für die Anlage von Hecken in Betracht kommen. Bei der riesigen Ausdehnung von S. S. S. R. ist es verständlich, daß die Zahl der geeigneten Pflanzen sehr groß ist. Daraus erklärt sich, daß diese „Beilage“ den Hauptteil des Buches ausmacht. Die zahlreichen Abbildungen tragen zur Veranschaulichung der systematischen Beschreibungen in lebendiger Weise bei. Am Schlusse ist die einschlägige Literatur ausführlich angegeben.

A. Kaufer, Dahlem.

Weitzel, W. Das Rätsel des Pflanzenblutes. 52 S. Pahl. Verlag für angewandte Lebenspflege. Dresden 1929.

Einleitend werden über die Ursachen, die einen Rückgang der Körperbildung nach sich ziehen können und auf dem Gebiete der Ernährungsfrage liegen, Betrachtungen angestellt. Es wird auf die Wichtigkeit der Vitamine hingewiesen und deren Aufbau und Wirkung kurz beschrieben. Von diesen gelangt Verfasser zu anderen lebenswichtigen Stoffen wie Hormone, Enzyme, Fermente, Sekretine und Insuline. Von diesen sind einige ständige Begleiter der Vitamine. Nun ist es Colip gelungen, ein dem tierischen Pankreas-Insulin gleiche Substanz aus pflanzlichem Material zu isolieren. Er nennt sie Glukokinin. Anderen Forschern glückte es, Sekrete tierischer Geschlechtsdrüsen aus pflanzlichen Zellen, die der vegetativen und generativen Fortpflanzung dienen, zu gewinnen. Die Stoffe besitzen sexual-hormonartige Wirkung und werden unter dem Namen Tokokinine zusammengefaßt. Die seit ältester Zeit bekannte aphrodisiakalische Eigenschaft bestimmter Samen, Früchte oder Wurzelknollen hat ihre Ursache in dem Gehalt an Tokokininen.

Da diese tierischen Hormone in den Pflanzen wiedergefunden wurden, läßt sich annehmen, daß erstere aus letzteren entstanden sein dürften. Außer Blüten, Wurzelknollen usw. enthält auch das Blattgrün einen Stoff von hormonaler Eigenschaft wie die Gefäß- und Herz-hormone. So fanden Chlorophyllgaben erfolgreiche Anwendung bei Arteriosklerotikern und können ihrer erregenden Eigenschaften wegen als „ein wahres Verjüngungsmittel“ angesprochen werden. In der Rohkost und zwar als Zusatznahrung haben wir ein Mittel, die so wichtigen pflanzlichen Stoffe uns in vollem Maße zugänglich zu machen. Einige dem Büchlein beigegebene „küchentechnische Winke“ sollen den Weg dazu weisen.

Bärner, Berlin-Dahlem.

Simons, Walter. Albrecht Thaer. Verlag P. Parey, Berlin 1929. Mitglieder-Preis 8.— RM.

Die von der „Gesellschaft für Geschichte und Literatur der Landwirtschaft“ zum 100. Todestage Thaers herausgegebene Denkschrift stellt eine Biographie dieses eigentlichen Begründers unserer Landwirtschaftswissenschaft dar, die einen interessanten Einblick in die Viel-

seitigkeit der Persönlichkeit Thaers gibt. Auf Grund der in reichem Umfang gesammelten und zum Teil im Wortlaut wiedergegebenen und hier zum ersten Mal veröffentlichten Briefe, Dokumente und Akten, die auf Thaer Bezug haben, wird in lebendiger Darstellung über die wichtigsten Lebensabschnitte berichtet, beginnend mit den von ihm selbst geschriebenen „Bekanntnissen“, in denen er über seine Jugend und seine ärztliche Ausbildungszeit berichtet, und endend mit der Mögliner Zeit.

Einen besonderen Reiz bieten diese Lebensbilder einmal dadurch, daß sie mit der Zeit des schwersten Niedergangs und des Wiederaufstiegs Preußens zu Beginn des vorigen Jahrhunderts zusammenfallen und daß ferner mit dem Bilde dieses Führers der damaligen Landwirtschaft auch zugleich ein Bild der durch seine Tätigkeit im Wandel begriffenen deutschen Landwirtschaft gegeben wird.

Voss, Berlin-Dahlem.

v. Wißmann. Korbweidenbau. 2. Aufl. bearb. unter Mitwirkung von K. Ludwigs und E. Ulbrich von H. Wagner. Anleitungen für den praktischen Landwirt, hrsg. von der D. L. G., Nr. 16, 1928.

In kurzer und übersichtlicher Form werden die wichtigsten Fragen des Korbweidenbaues behandelt. Der Stoff ist in drei Hauptteile gegliedert, von denen der erste, bearbeitet von H. Wagner, sich mit den allgemeinen und speziellen Fragen des Korbweidenbaues befaßt, wobei die Kulturmaßnahmen von Beginn der Anpflanzung bis zur Ernte behandelt werden und betriebswirtschaftliche Gesichtspunkte besondere Berücksichtigung und Einwirkung finden.

Im zweiten Teil werden die Krankheiten und Schädlinge der Korbweiden an Hand einer Reihe von Abbildungen von K. Ludwigs besprochen, im dritten findet die bei den Salicaceen ja besondere Schwierigkeiten bietende Systematik der Arten und Sorten von L. Ulbrich ihre Bearbeitung.

Voss, Berlin-Dahlem.

Die Pflanzenwelt der deutschen Heimat und der angrenzenden Gebiete in Naturaufnahmen dargestellt und beschrieben von Dr. Kurt Hueck. Herausgegeben von der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen. Hugo Bermühler Verlag, Berlin-Lichterfelde. Preis je drei Lieferungen 3.— RM.

Das erste Heft des schönen Werkes enthält neben einem Teil der textlichen Einführung drei Tafeln in farbigem Lichtdruck und drei in Tiefdruck in ausgezeichneter Ausführung. Die Pflanzen werden nicht einzeln, sondern in großen Beständen an ihrem natürlichen Standort gezeigt; die Abbildungen sind daher sehr lebendig und anschaulich. Das Werk soll in drei Bänden mit mehr als 1000 photographischen Naturaufnahmen teils in farbigem Lichtdruck, teils in künstlerischem Tiefdruck erscheinen. Monatlich sind zwei Lieferungen vorgesehen. Es dürfte sich für den Gebrauch in Schulen aller Gattungen besonders eignen.

Sn.

Haselhoff, E. und Blanck, E. Lehrbuch der Agrikulturchemie. Verlag Gebrüder Borntraeger, Berlin.

Dem schon im Band IX, S. 60, besprochenen I. Teil des Lehrbuches der Agrikulturchemie, der die Pflanzenernährungslehre

von E. Blanck behandelt, sind inzwischen noch drei weitere Teile gefolgt, nämlich der

- II. Teil, die Düngemittellehre von E. Haselhoff, der
- III. Teil, die Bodenlehre von E. Blanck und der
- IV. Teil, die Futtermittellehre von E. Haselhoff.

In der „Düngemittellehre“ finden im allgemeinen die sicher erwiesenen Ergebnisse agrikulturchemischer Forschung eine ausführliche Darstellung, während die noch strittigen Teile eine kürzere Behandlung erfahren. Einleitend wird eine gute Übersicht über die Methoden zur Feststellung des Düngungsbedürfnisses des Bodens gegeben, sodann folgt die Beschreibung der verschiedenen Einzeldüngemittel, wobei den natürlichen Düngern entsprechend den neueren Anschauungen ausgedehnter Raum gewidmet wird und auch die Kohlensäurewirkung und Humusbildung gebührende Erwähnung finden. Eine gute Darstellung der verschiedenen künstlichen Düngemittel, wie Stickstoffdünger, Phosphorsäuredünger, Kali- und Kalkdünger beschließt das im ganzen kurzgefaßte, lesenswerte Buch.

Die „Bodenlehre“ gliedert sich in allgemeine und spezielle Bodenlehre, wobei der allgemeine Teil gegenüber dem speziellen bevorzugt worden ist, um vor Augen zu führen, daß der Boden nicht lediglich als ein landwirtschaftlichen Zwecken dienendes Objekt angesehen werden darf, sondern als allgemeines Naturobjekt zu bewerten ist.

In dem allgemeinen Teil wird die Verwitterung und Bodenbildung einschließlich der Beziehungen zu den geologischen und klimatischen Verhältnissen erörtert. In dem speziellen Teil wird der Boden als Pflanzenproduktionsfaktor, sein mechanischer Aufbau, sein Verhalten zu den Atmosphären, seine chemische und biologische Beschaffenheit schildert.

Den beiden Hauptteilen ist eine recht ausführliche Einleitung über Begriff und Wesen des Bodens vorangestellt.

Die „Futtermittellehre“ soll die Ergebnisse der Forschung auf dem Gebiete der Fütterung darstellen, soweit sie eine Grundlage für die Beurteilung der Futtermittel geben können. Deswegen sind in Abschnitt IV des Buches die hauptsächlichsten Futtermittel besprochen und für sie die nach Prüfung und praktischer Erfahrung wie nach dem Futtermittelgesetz gegebenen Grundlagen der Beurteilung aufgeführt worden. Dieser eigentlichen „Futtermittellehre“ gehen die zum Verständnis notwendigen Abschnitte über die Fütterungslehre und über die Zusammensetzung der einzelnen Bestandteile der Futtermittel, ihre Bedeutung für die tierische Ernährung und ihre Verdaulichkeit voraus.

Behn.

Snell, K. Kartoffelsorten. 4. Auflage. Verlag P. Parey. Berlin 1929.

Das soeben in 4. Auflage erschienene Buch des weithin bekannten Kartoffelsystematikers einer eingehenden Besprechung zu unterziehen, erübrigt sich. Für seinen Wert spricht zur Genüge die Notwendigkeit von 4 Auflagen innerhalb 8 Jahren. Dabei bringt jede gegenüber der vorhergehenden wichtige Neuerungen, so daß man die Entwicklung der beschreibenden Sortenkunde der Kartoffel auf diese Weise ausgezeichnet verfolgen kann. Als wichtigste Änderung sei erwähnt, daß die Gruppierung der Sorten nach Staudentypen fallen gelassen worden ist, da die Arbeiten der Kartoffelsorten-Registerkommission ergeben haben, daß

die meisten Typenbeschreibungen nur Beschreibungen einzelner Sorten sind. Ein gewisser Ersatz ist durch Vermehrung der Abbildungen geboten. Außerdem ist in einzelnen Fällen durch Hervorkehrung des Blatt- bzw. Stengeltyp die Stauden besser zu kennzeichnen gesucht. Ferner sind in einer neu hinzugefügten Liste die Sorten nach der Reifezeit geordnet. Daß die synonymen Sorten nicht mehr aufgeführt sind, da sie in Zukunft nicht mehr anerkannt werden, hat der Übersichtlichkeit nur zum Vorteil gereicht, der auch dadurch gedient ist, daß von einer Aufführung von Staudenauslesen in den Fällen abgesehen ist, in denen die Ausgangssorte noch beim Züchter zu haben ist. Die Aufnahme der in den letzten Jahren in den Handel gebrachten neuen Sorten sei noch besonders betont. So bildet das Buch auch in seiner neuen Form ein unentbehrliches Handwerkszeug für jeden, der sich mit Kartoffelsortenkunde zu befassen hat.

Braun, Berlin-Dahlem.

Noack, Konrad L. Grundzüge der Botanik. Stuttgart (Encke) 1929.

Verf. will als „Grundzüge der Botanik“ soviel geben, wie für den, der sich einen Einblick in die Botanik verschaffen will, oder sie als Nebenfach in einem Examen zu kennen hat, nötig ist, ohne daß dabei der Charakter eines Repetitoriums erreicht wird. Die wichtigen Tatsachen werden an Hand von Beispielen, unterstützt durch gute Abbildungen, nach Möglichkeit in ihren natürlichen Zusammenhängen dargestellt. Der 1. Abschnitt behandelt die Morphologie. Ein kurzes Kapitel ist der Anpassung der Vegetationsorgane an Umweltfaktoren gewidmet, so daß auch die Ökologie berücksichtigt ist. Die Physiologie ist herkömmlich in Stoffwechsel, Formwechsel und Ortswechsel getrennt. Der 3. Abschnitt „Fortpflanzung“ schließt Befruchtungsvorgänge (Reduktionsteilung, Generationswechsel), Morphologie der Fortpflanzungsorgane und Genetik ein. Daß die Systematik als letzter Teil nur 50 von den 250 Seiten des Buches umfaßt, entspricht durchaus der modernen, etwas geringschätzigen Einstellung. Ref. möchte es jedoch für vorteilhaft halten, wenn über die Aufzählung der systematischen Gruppen hinaus auf Unterschiede und Zusammenhänge hingewiesen würde. Dadurch brauchte die sehr erfreuliche Tendenz des Verf., Hypothesen nie als Tatsachen erscheinen zu lassen, nicht verletzt zu werden. Als Grundlage für das System hat augenscheinlich das Wettsteinsche gedient. Es wäre wohl auch an der Zeit, die Pflanzengeographie in einem solchen Werk zu berücksichtigen. Mit dem Charakter des Buches scheint sein Preis von 14.— M. geh. nicht vereinbar zu sein.

Kretschmer, Berlin-Dahlem.

Hueck, Kurt. Botanische Ausflüge durch die Mark Brandenburg. Hugo Bermühler Verlag, Berlin-Lichterfelde, 1929. Preis ungebunden 4.50, gebunden 6.— M.

Das Buch ist warm geschrieben und ist frei von süßlichem Schmuckwerk. Da die meisten populären Bücher dieser Art entweder den Spezialisten verraten oder aber überflüssige Betrachtungen anstellen, mag auf die Einfachheit und die Klarheit der „Botanischen Ausflüge durch die Mark Brandenburg“ besonders hingewiesen werden. Geologische und prähistorische Gesichtspunkte sind mit einfachen Skizzen dargestellt, so daß ein musterhaftes Werkchen entstanden ist.

F. Merckenschlager.

Beiträge zur Frage der Regelung der Standorts- und Wasser- verhältnisse bei Vegetationsversuchen in Gefäßen¹⁾.

Von

W. Schropp.

Mit 24 Abbildungen.

(Aus dem Agrikulturchemischen Institut der Hochschule für Landwirtschaft und
Brauerei Weihenstephan im Verande der Technischen Hochschule München.
Vorstand Prof. Dr. H. Niklas.)

Inhalt.

	Seite
I. Einleitung	462
II. Aufgaben der eigenen Versuche	467
III. Fragestellung	468
IV. Versuchsplan	468
V. Die Versuchseinrichtungen	469
VI. Der Versuchsverlauf	479
1. Bemerkungen über Anstellung, sowie Behandlung der Versuche während der Vegetation	479
2. Angaben über Art und Durchführung der Messungen	482
3. Die klimatischen Verhältnisse während des Versuchsverlaufes	484
4. Wachstumsbeobachtungen	488
VII. Die Versuchsergebnisse	489
1. Bodentemperatur in den Gefäßen	489
2. Wasserverbrauch der Pflanzen in den einzelnen Gefäßen	498
3. Beeinflussung der Bestockung	506
4. Beeinflussung des Längenwachstums der Pflanzen	508
5. Ernteergebnisse	516
6. Gewicht der Gefäße nach Aberntung der Versuche	529
7. Beeinflussung der Bodenreaktion	531
VIII. Wechselseitige Beziehungen	532
1. Bodentemperatur in den Gefäßen und Lufttemperatur	533
2. Wasserverbrauch und Ertrag	534
IX. Die Brauchbarkeit von Vegetationsversuchen mit ortsfester Aufstellung der Gefäße	545
X. Zusammenfassung	549
XI. Literaturverzeichnis	550

¹⁾ Auszug aus der gleichnamigen Dissertation Weihenstephan 1929.

I. Einleitung.

Die fortschreitende Entwicklung des Gefäßvegetationsversuches und seine umfangreiche Verwendung als Hilfsmittel der Forschung für ernährungsphysiologische Fragen brachte gleichzeitig eine zunehmende Beachtung seiner Methodik mit sich. Von den zahlreichen hierauf bezugnehmenden Einzelfragen, deren Berücksichtigung Voraussetzung für die Erzielung einwandfreier Ergebnisse bildet, nimmt die Frage der Aufstellung und Anordnung der Gefäße während der Vegetation eine besondere Stellung ein.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich in der Hauptsache mit der Prüfung der Frage, in welcher Weise die Aufstellungsart der Gefäße während der Versuchsdurchführung die Standortverhältnisse und auch die Wasserverhältnisse beeinflusst.

Die Aufstellungsart der Gefäße bildete schon frühzeitig Gegenstand eingehender Beachtung der Versuchsansteller. Die früher allgemein übliche Aufstellung der Versuchsgefäße entweder in Institutsräumen am Fenster oder zur Nachahmung möglichst natürlicher Wachstumsbedingungen im Freien ohne jeden Schutz, wurde bald als nachteilig erkannt. So hat schon J. Sachs (1) den in geschlossenen Räumen zur Auswirkung kommenden Lichtmangel beanstandet und man ist nach und nach dazu übergegangen, den Kulturen Schutz gegen Unbilden der Witterung durch Errichtung der sogen. Vegetationshäuser zu gewähren, dabei aber die Licht- und Luftverhältnisse nach Möglichkeit günstig zu gestalten. Nach Pfeiffer (2) sind die ersten derartigen Einrichtungen von Hellriegel in Dahme (3), Wolf in Hohenheim (4) und Nobbe in Tharandt (5) geschaffen worden.

Die Versuche sollen nur vorübergehend Schutz in den Vegetationshäusern finden, sonst aber möglichst dauernd unter den natürlichen Bedingungen im Freien gehalten werden. Dieser Umstand führt dazu, Transporteinrichtungen zu schaffen, welche ein rasches Verbringen der Versuche in die Halle bzw. ins Freie erlauben. Um diesen Zweck zu erreichen und damit gleichzeitig die Durchführung der notwendigen Arbeiten an den Versuchen auf leichte Art zu ermöglichen, wurden die Versuchsgefäße auf Wagen gesetzt.

Die Aufstellung der Gefäße muß bei vergleichenden Versuchen nach der Differenzmethode natürlich in der Weise erfolgen, daß die Standortverhältnisse sämtlicher Gefäße möglichst gleichmäßig gestaltet werden. Hissink (6) stellte bei Versuchen absichtlich

die Parallelgefäße in gleichmäßiger Verteilung auf die nördliche und südliche Abteilung des Vegetationshauses. Die dadurch hervorgerufenen Verschiedenheiten des Standortes äußerten sich in den folgenden Durchschnittserträgen von je 3 Gefäßen:

	Nörtl. Abteilung	Südl. Abteilung
Serie II	57,0 g	53,8 g
„ III	56,3 g	53,1 g
„ IV	53,6 g	52,6 g
„ V	57,6 g	53,2 g
„ VI	57,7 g	55,1 g
„ VII	39,9 g	38,5 g

Über die Aufstellung der Gefäße macht Hellriegel (7) nur sehr kurze Angaben: „Die Pflanzen wuchsen demnach im Freien unter durchaus normalen Verhältnissen. Durch die Art der Aufstellung der Kulturgefäße nebeneinander wurde weiter dafür gesorgt, daß auch eine gegenseitige Behinderung in irgendwelcher Richtung nach Möglichkeit ausgeschlossen war.“

Wagner (8) stellt die Versuchsgefäße außerhalb des Einflußbereiches beschattender oder die Luftströmung behindernder Gefäße einreihig oder zweireihig auf und hält weiterhin, ebenso wie Blanck (9), von Zeit zu Zeit einen Wechsel in der Anordnung durch Umstellen der Gefäße für erforderlich. Die Verwendung von größeren Wagen, wie sie z. B. Ulbricht (10) benutzt hat, konnte sich nicht allgemein einbürgern, da bei diesen die Gefäße in mehreren Reihen nebeneinander aufgestellt sind und dadurch der nachteilige Einfluß der Mittelplätze sich sehr deutlich bemerkbar machte. Abgesehen davon erschwerte die große Belastung der Wagen den Transport und das Wiegen der Gefäße bei der täglichen Wasserversorgung.

Heute ist die Aufstellung der Gefäße von den gewöhnlichen Größenabmessungen in zwei Reihen fast allgemein üblich, wobei die Wagen selbst mit ihrer Längsachse in Nord-Südrichtung stehen. Damit ist aber nicht gegeben, daß die Aufstellung und Anordnung der zu einer Düngungsart gehörenden Gefäße in durchaus einheitlicher Weise durchgeführt wird. Ein Versuch, die verschiedenen Methoden der Aufstellung und Anordnung der Gefäße übersichtlich zu ordnen, führt zu einer Einteilung in drei Gruppen:

1. Anordnung der Gefäße in zwei Reihen ohne weitere Ortsveränderung der einzelnen Gefäße (Abb. 1).

2. Anordnung der Gefäße in zwei Reihen ohne weitere Ortsveränderung der einzelnen Gefäße, jedoch mit besonderer Art der Aufstellung. (Regellose Verteilung der Gefäße einer Düngungsart, Abb. 2. Randgefäße am Anfang und Ende jeder Versuchsreihe, Abb. 3.)

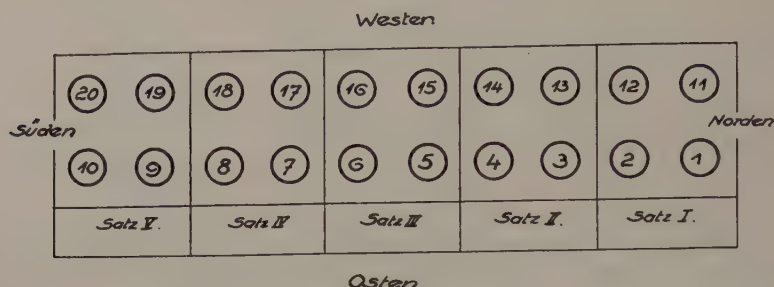


Abb. 1. Anordnung der Gefäße in zwei Reihen ohne weitere Ortveränderung der einzelnen Gefäße.



Abb. 2. Regellose Verteilung der Gefäße einer Düngungsart.



Abb. 3. Randgefäße am Anfang und Ende jeder Versuchsreihe.

3. Anordnung der Gefäße in zwei Reihen und ständig systematischer Platzwechsel entweder durch einfaches Umstellen von Hand oder durch zweckentsprechende maschinelle Einrichtungen. (Wenden des ganzen Versuches, Drehtreuzanlage, Abb. 4.)

Eine kritische Betrachtung dieser drei Aufstellungssysteme hinsichtlich ihres Einflusses auf die genaue und gleichmäßige Regelung der Standortsverhältnisse ergibt zunächst, daß keines dieser Systeme die ideale Lösung dieser Frage bildet. Die ideale Form, nämlich eine nach allen Seiten freie Stellung des Gefäßes und damit gleiche Einwirkung von Licht, Temperatur und Luftströmung, der Faktoren, welche die Standortsverhältnisse bedingen, wird sich schon wegen Raummangel nicht erreichen lassen (11).

Welche Einwendungen werden nun gegen die beschriebenen drei Methoden erhoben?

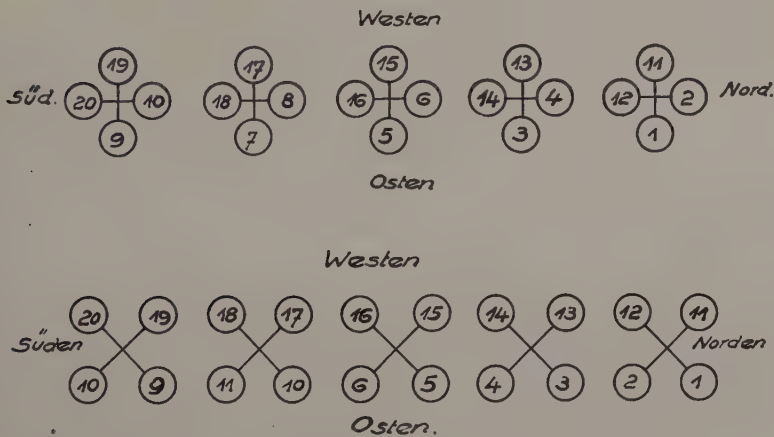


Abb. 4. Wenden des ganzen Versuches, Drehkreuzanlage.

Der Aufstellung der Gefäße in zwei Reihen ohne weitere Ortsveränderung des einzelnen Gefäßes wird als Nachteil die ständig ungleichmäßige Belichtung und Beschattung der einzelnen Töpfe und damit voraussichtlich verschieden hohe Bodentemperaturen und verschieden hoher Wasserbedarf der Gefäße einer Düngungsart und dadurch bedingte höhere Fehler des Mittels zugeschrieben. Die am Anfang und Ende jeder Versuchsreihe befindlichen Gefäße, die sog. Randgefäße, können unter Umständen, wie Versuche von Ehrenberg und Schultze (12) zeigen, sogar höhere Erträge liefern als die übrigen, von beiden Seiten durch andere Gefäße eingerahmten Gefäße auf den Mittelplätzen. Wagner (13) schlägt vor, die Randgefäße, von ihm „Außengefäße“ genannt, bei Auswertung des Versuches auszuschalten.

Ähnliche Einwände werden gegen die in Gruppe 2 angeführte Aufstellungsart erhoben, obgleich durch die besondere Art der Aufstellung der Gefäße eine bedeutende Verbesserung gegenüber der früher geschilderten Anordnungsweise erzielt wurde. Die regellose Verteilung der Gefäße einer Düngungsart auf die ganze Versuchsreihe hält Mitscherlich (14) für erforderlich, damit nicht ein infolge der Aufstellung auftretender systematischer Fehler alle Parallelversuche einer Sorte oder einer Düngung gleichzeitig trifft und so bei der Verarbeitung der Ergebnisse nicht erkannt werden kann. Dieser Aufstellungsart wird außer den bereits geschilderten Einwendungen noch entgegengehalten, daß dadurch zwar die Standortverhältnisse eine wesentliche Verbesserung erfahren, jedoch die Gefahr der Unübersichtlichkeit des ganzen Versuches gegeben sei.

Die in Gruppe 3 beschriebene Aufstellungsart kommt der heute von verschiedenen Seiten aufgestellten Forderung der täglichen Standortveränderung der Versuchsgefäße am vollkommensten nach. Das Umstellen von Hand birgt allerdings die große Gefahr der Beschädigung der Versuchspflanzen in sich, besonders bei fortgeschrittener Vegetation und zudem auch noch die Schwierigkeit für die Lösung der Frage, zu welcher Zeit und nach welchem Schema die Umstellung erfolgen soll. Diesen Verhältnissen wesentlich besser gerecht kommt die Umstellung durch zweckentsprechende maschinelle Einrichtungen, wie z. B. das von Pfeiffer (15) geschaffene Drehkreuz, bei welchem je 4 Gefäße auf einem vierarmigen Gestell, um eine Säule drehbar, aufgehängt sind.

Durch diese Einrichtung ist es ermöglicht, die in den Gefäßen befindlichen Pflanzen vor einer Beschädigung sicher zu schützen, den erforderlichen Ausgleich hinsichtlich der Belichtungsverhältnisse durch tägliches Wechseln des Standortes herbeizuführen und weiterhin das regelmäßige Wägen der Gefäße mit einem sehr geringen Aufwand an Zeit und Kraft durchzuführen. Die Regelung dieser Standortbedingungen und damit auch der Wasserverhältnisse war in letzter Zeit wieder Gegenstand eingehender Erörterungen. K. Maiwald (16) stellte einen Vergleich über die Zweckmäßigkeit der am hiesigen Institut eingeführten ortsfesten Gefäßaufstellung mit Einschaltung von Randtöpfen gegenüber der von Pfeiffer (17) früher empfohlenen Anordnung auf den sog. Drehkreuzen mit täglichem Standortwechsel an. Maiwalds Einwendungen lassen sich, wie folgt, kurz zusammenfassen:

1. Die ortsfeste Aufstellung der Gefäße, wovon ein Teil immer nach Osten und ein Teil immer nach Westen gerichtet ist, macht die gleichmäßige Belichtung der beiden Reihen fraglich.

2. Bei dieser Aufstellungsart sind die einzelnen Gefäße ungleichen Verhältnissen hinsichtlich Erwärmung und Wasserverdunstung unterworfen.

3. Die Verschiedenheiten der Beschattungs- und Bestrahlungsverhältnisse bedingen Ungleichheiten des Standortes, welche auf die Entwicklung der betreffenden Pflanzen bestimmt Einfluß haben und bei nur 4 Gefäßen je Düngungsart geradezu verhängnisvoll für ein gleichmäßiges Ergebnis werden.

4. Die Gesamtheit der hier vorliegenden Bedingungen führt zu einem schlechten Durchschnitt des Ertrages aus den vier Gefäßen einer Düngungsart.

Dieser Vergleich kommt zu einer äußerst ungünstigen Beurteilung der Versuchsanlage, bei welcher die tägliche Veränderung des Standortes der Gefäße nicht vorgenommen wird. Auffällig und bei der Bedeutung, die dieser Frage zukommt, bedauerlich ist, daß es Maiwald bei diesen Betrachtungen für überflüssig erachtet, seine Schlußfolgerungen durch einschlägiges Zahlenmaterial zu bekräftigen. Dadurch erscheint es nicht unmöglich, daß dem einen oder anderen Teil dieser Untersuchungen eine Bedeutung zugemessen wird, die bei Vorlage von zahlenmäßigen Ergebnissen nicht mehr aufrechterhalten werden könnte.

II. Aufgaben der eigenen Versuche.

Die eigenen Versuche, über welche im nachstehenden berichtet werden soll, haben es sich zur Aufgabe gestellt, die Verwendungsmöglichkeit von Versuchsanlagen mit ortsfester Aufstellung der Gefäße zu untersuchen und dabei besonders die Gestaltung der Standorts- und Wasserverhältnisse zu prüfen. Solche Versuche bergen insofern große Schwierigkeiten in sich, da für verschiedene Beobachtungen, z. B. Einfluß der Luftströmung, zahlenmäßige Ergebnisse mangels geeigneter Bestimmungsmethoden bzw. Meßeinrichtungen nicht gewonnen werden konnten. Es mußte daher versucht werden, solche Fragen teilweise durch eine indirekte Beweisführung in der Art zu klären, daß möglichst umfangreiche Beobachtungen und Untersuchungen während des Versuchsverlaufes

angestellt und aus der Gesamtheit der Ergebnisse Rückschlüsse für die Beantwortung dieser Fragen gezogen wurden.

Als besonders wertvoll und für diese Untersuchungen für unumgänglich notwendig erwies sich die Anwendung der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung auf sämtliche zahlenmäßigen Ergebnisse. Dadurch kann eine eingehende Prüfung der Genauigkeit dieser Versuche stattfinden und das Urteil über die Verwendungsmöglichkeit solcher Versuchsanlagen an Hand umfangreichen Beweismaterials gefällt werden.

III. Fragestellung.

Entsprechend der Aufgabe der Versuchsanstellung wurde folgende Fragestellung für notwendig gehalten:

1. In welcher Weise wird durch die ortsfeste Aufstellung ohne Standortswechsel der Gefäße die Bodentemperatur in den Gefäßen beeinflusst?

2. Welcher Einfluß wird durch die ortsfeste Aufstellung auf den Wasserverbrauch der Pflanzen in den einzelnen Gefäßen ausgeübt?

3. Wie äußert sich die Art der Aufstellung auf die Wachstumsvorgänge der einzelnen Pflanzen (Bestockung und Längenwachstum)?

4. In welcher Weise werden die Ernteergebnisse je Gefäß beeinflusst?

5. Welchen Einfluß erfährt hierdurch die Reaktion des Bodens in jedem Versuchsgefäß?

IV. Versuchsplan.

Bei dieser Fragestellung erwies sich der nachstehende Versuchsplan als zweckmäßig:

1. Anstellung eines Versuches auf einem Wagen mit verschiedenen Düngungsarten.

2. Anstellung eines Versuches auf einem Wagen, bei welchem sämtliche Gefäße die gleiche Düngung erhalten.

Der Versuch unter 1 sollte Gelegenheit geben, die durch den verschiedenen Wachstumsstand der Pflanzen auf den einzelnen Düngungsarten und deren wechselseitige Einwirkung hervorgerufenen allenfallsigen Beeinflussungen des Wachstums und der Ernteergebnisse zu verfolgen.

Der Versuch unter 2 war deshalb notwendig, da theoretisch möglich wäre, daß die vollständig gleichheitlich gedüngten Gefäße auch die gleichen Wachstumsbeeinflussungen zeigen und bei der Ernte auch die Ergebnisse der einzelnen Gefäße übereinstimmen.

Praktisch müßte sich eine den Anforderungen der Versuchstechnik entsprechende Aufstellungsart der Gefäße in einer befriedigenden Übereinstimmung der Ernteergebnisse der einzelnen Gefäße untereinander zeigen.

V. Die Versuchseinrichtungen.

Die Versuche wurden in der im Frühjahr 1925 neu errichteten Vegetationshalle II (18) auf dem Versuchsfelde des Agrikulturchemischen Institutes durchgeführt. Die Halle beherbergt 21 Vegetationswagen, von denen die Wagen 10 und 11 zu den Untersuchungen herangezogen wurden. Die Fläche der Halle umfaßt 500 m². Die Konstruktion ist in Holz durchgeführt und ruht auf einem 1 m in den Boden gehenden Betonsockel. Die Neigung des Daches, sowie das Verhältnis der Dachvorderseite zur Dachhinterseite ist so berechnet, daß im Innern der Halle bestmögliche Lichtwirkung erzielt wird. Die Dachvorderseite besteht zum größten Teil aus Glas, welches nach Art der kittlosen Glasdächer angebracht ist. Zur Regelung der Innentemperatur und zur Erzeugung von Luftbewegung sind am Dach 3 Lüftungsaufsätze eingebaut, deren Jalousieklappen beliebig verstellt werden können. Aus diesem Grunde sind auch sämtliche Fenster zum Öffnen eingerichtet. Hinter den Geleisen befindet sich in der ganzen Länge der Halle ein 5 m breiter Betonboden mit 200 m² Fläche zur Ausführung der notwendigen Arbeiten. Über der Mitte der Wagen durchzieht eine Rohranlage, von einer in der Dachkonstruktion angebrachten Wasserreserve ausgehend, die gesamte Halle. Von der Rohrleitung führen Anzapfstutzen an jede Seite des Wagens.

An die Halle in südlicher Richtung ist eine Freilandanlage angeschlossen, wohin die Wagen, solange es nicht regnet, ins Freie geschoben werden. Diese Fläche umfaßt 380 m² und ist durch ein leichtes, aber stabiles Drahtnetz gegen Vögel geschützt. Mit Ausnahme des Betonbodens besteht der Bodenbelag in Halle und Voranlage aus Riesel.

Die Wagen laufen auf Kleinbahngleisen und stehen mit ihrer Längsachse in Süd-Nord-Richtung. Ihre Ausführung ist, bei 5,62 m

Länge und 0,80 m Brückenbreite, so gehalten, daß sie insgesamt 40 Vegetationsgefäße aufnehmen können. Die Gefäße sind in zwei Reihen — je 20 Stück auf der Ost- wie auf der Westseite — auf U-Eisen aufgehängt. In der Mitte jeder Querseite des Wagens gehen Rohrpfeiler in die Höhe bis zu 1,15 m über den Gefäßen. Zwischen beiden Rohrpfeilern besteht eine Längsverbindung aus Eisenrohr, woran die Tafeln für die einzelnen Düngungsarten angebracht sind. Die beiden vertikalen Rohrpfeiler bilden die Führung für zwei, voneinander unabhängig bewegbare Draht-einfassungen, welche rahmenartig je eine Reihe von Gefäßen auf zwei Längsreihen abschließen. Senkrecht zu diesen Drähten werden Schnüre gespannt, so daß die Frucht jedes Gefäßes auch bei höchstem Wachstum von der des nebenstehenden abgegrenzt ist. Mit fortschreitender Höhe der Pflanzen wird der untere Draht-rahmen emporgeschoben, bzw. es tritt der obere in Tätigkeit (Abb. 5).

Die Versuchsgefäße bestehen aus Emailblech mit bester kalifreier chemisch sehr widerstandsfähiger Emaillierung. Ihre Farbe ist wolzig grau, die Form viereckig. Die Gefäße besitzen einen Querschnitt von 5 dm² bei einer Breite von 20 cm und einer Länge von 25 cm. Da die Höhe 25 cm beträgt, hat jedes 12,5 Ltr. Inhalt. In der Mitte der Längsseite der Gefäße ist am Boden eine nach unten offene, nach oben halbzyklindrisch gewölbte Brücke eingelegt. Der darunter freiliegende Hohlraum wird mit Kies zum Austarieren der Vegetationsgefäße gefüllt. An jedem Ende der Brücken befindet sich eine runde Aussparung, in welche die zur Bewässerung und Durchlüftung von oben heruntergehenden Glasröhren eingesteckt werden. Die Brücken selbst sind zum Austreten des zugeführten Wassers in die Erdmasse siebartig durchlöchert.

Die viereckige Form der Gefäße hat sich bei den bisherigen Versuchen bestens bewährt. Sie wurde im Jahre 1912 bei der Errichtung der ersten Vegetationshalle durch den damaligen Institutsvorstand Ministerialdirektor Prof. Dr. Ahr (19) deshalb der sonst meist üblichen runden Form der Gefäße (20) vorgezogen, weil bei dieser Form eine bessere Ausnützung der Oberfläche beim Anbau der Versuchspflanzen gegeben ist. Zudem erlaubt die viereckige Gefäßform die Anwendung verschiedener Saat- und Pflanzenmethoden, z. B. Reihensaat und Verbandsaat, welche beim runden Gefäß nicht oder nur unter erschwerenden Umständen zur Durchführung gelangen könnten. Die meist angewandte Saatmethode bei den hiesigen Versuchen ist die Saat in zwei Reihen, welche nach An-

sicht des Verfassers auch noch eine bessere Stellung der Pflanzen zum Lichte bedingt und weiterhin die gegenseitige Selbstbeschattung der Pflanzen auf einem Gefäß bedeutend herabsetzt.

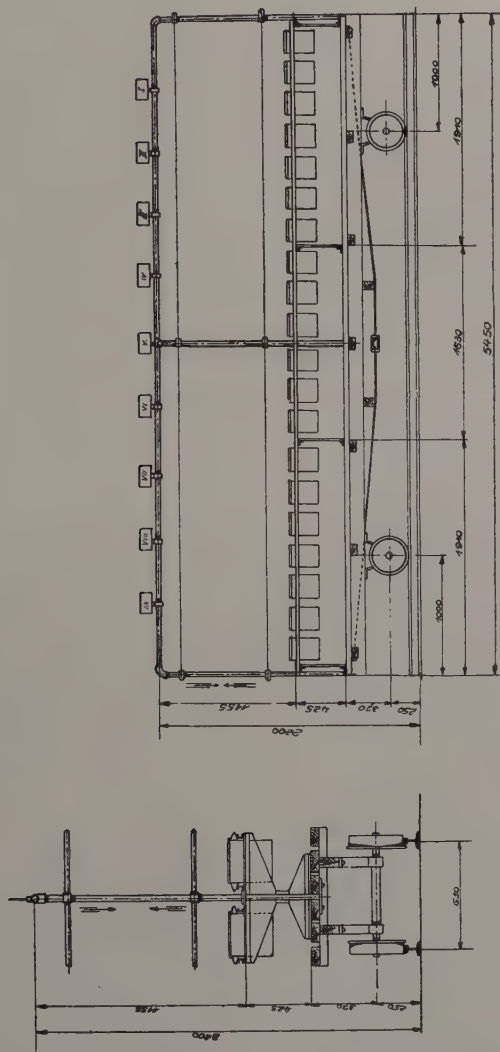


Abb. 5. Versuchseinrichtung.

Pfeiffer (21) erwähnt bei der Besprechung der verschiedenen Gefäßformen gleichfalls die vortreffliche Raumausnutzung durch die viereckige Form, glaubt aber, daß diese „zu einem etwas gedrängten Stande der Kulturen Veranlassung geben können.“ Diesem

allenfallsigen Nachteil kann jedoch durch entsprechende Anzahl der Pflanzen je Gefäß und damit verbundene Regulierung des Standraumes wohl begegnet werden.

Die Angaben in der Literatur über die Verwendung viereckiger Gefäße sind sehr spärlich. Pfeiffer (22) erwähnt die Verwendung solcher Gefäße an den Versuchstationen Möckern und Harleshausen. C. Schulze (23) führte in Marburg Versuche über die Einwirkung der Bodensterilisation auf die Entwicklung der Pflanzen in viereckigen Vegetationsgefäßen durch. Nach unserem Wissen werden viereckige Gefäße außer in Weihenstephan (24), noch in Berlin (25) und Wien (26), sowie in Stellenbosch, Südafrika (27) verwendet.

Die Anordnung der Gefäße auf den Wagen erfolgt, wie bereits erwähnt, in der Süd-Nord-Richtung in zwei Reihen von je 20 Stück. Ein vollbesetzter Wagen umfaßt somit 40 Gefäße. Die beiden ersten und letzten Gefäße am Nord- bzw. Südenende bleiben außer Versuch, um die Randwirkung am Anfang und Ende jeden Wagens auszuschalten. Sie erhalten aber bei der Versuchsanstellung jeweils die gleiche Düngung wie die Nachbartöpfe, um Beeinflussungen dieser zu vermeiden. Jede Düngungsart umfaßt vier Gefäße. Es stehen also je Wagen nach Abzug der vier Randgefäße insgesamt 36 Gefäße für den eigentlichen Versuch zur Verfügung, die in neun Düngungsarten oder Sätze eingeteilt werden können. Die Anordnung der Gefäße und deren Aufteilung in die einzelnen Düngungsarten zeigt Abb. 6. Aus dieser ist weiterhin ersichtlich, daß je zwei Gefäße einer Düngungsart sich sowohl auf der West- als auf der Ostseite, jeweils im gleichen Abstand voneinander, befinden. Diese Verteilungsart der Gefäße erfolgt zum Ausgleich etwaiger Verschiedenheiten des Standortes.

Das tägliche Wiegen der Gefäße und die damit verbundene Wasserzufuhr erfolgt im Gegensatz zu vielen anderen Vegetationsanlagen an Ort und Stelle, an der das Gefäß im Wagen hängt. Dadurch werden Arbeit und Zeit erspart und Beschädigungen des Pflanzenbestandes, welche bei Ortsveränderungen der Gefäße mit Zunahme des Höhenwachstums immer vorkommen, gänzlich vermieden. Zu diesem Zwecke sind eigens konstruierte hochklappbare Waagen mit Plattform für das Vegetationsgefäß vorhanden. Die Waage wird auf die hölzerne Wagenbrücke des zu gießenden Vegetationswagens gestellt, genau unter das zur Wägung bestimmte Gefäß geschoben, durch einen an der Vorderseite befindlichen Hebel hochgehoben und damit das Vegetationsgefäß aus seiner

ein Trichter gebracht und durch diesen solange Wasser eingelassen, bis die Waage einspielt. Am Ende des Schlauches befindet sich ein Quetschhahn zur Abdrosselung des Wassers.

Die Ergänzung des verbrauchten Wassers erfolgt durch das vorstehend beschriebene Verfahren an Hand der vorher ermittelten Wasserkapazität des Bodens in der Weise, daß das Gesamtgewicht des Gefäßes (Gefäß leer und Boden) ohne Berücksichtigung des Gewichtes der wachsenden Pflanzen bei dem, dem jeweiligen Wachstumsstande angepaßten Prozentsatz an Wasserkapazität ermittelt wird. Dieses Gewicht wird eine gewisse Zeitdauer, die an Hand der Erfahrung nach den einzelnen Wachstumsstadien der Pflanzen (Bestockung, Schossen, Blüte, Reife usw.) festgesetzt wird, beibehalten. Die Wasserzufuhr erfolgt dann innerhalb einer solchen Periode lediglich durch Auffüllen bis zum vorher bestimmten Gesamtgewicht. Der tägliche absolute Wasserverbrauch je Gefäß kann dadurch also nicht bestimmt werden.

Die Beschaffung einer geeigneten Apparatur, welche bei Beibehaltung der bisherigen Technik der Wasserzufuhr und ohne Schädigung der Pflanzen die gleichzeitige Bestimmung des absoluten Wasserverbrauches in cem je Gefäß erlaubte, bereitete nicht unerhebliche Schwierigkeiten. Auf die zuerst geplante Verwendung von sogen. Wasseruhren mußte infolge der Unmöglichkeit der Beschaffung solcher in den geforderten kleinen Größen und der mangelnden Genauigkeit der Messungen, sowie wegen der Schwierigkeiten der störungslosen Anwendung während des Versuches verzichtet werden. Der zweite Weg, durch tägliche Wägung der Gefäße vor und nach der Wasserzufuhr den absoluten Wasserverbrauch durch Subtraktion der beiden Gewichte zu ermitteln, erschien ungenau (doppelte Möglichkeit von Wägefehlern!) besonders durch die lange Zeitdauer der Feststellung der Gewichte von 40 Gefäßen eines Wagens und der damit verbundenen Möglichkeit der Störung der Gleichheit der Verhältnisse bei diesen Feststellungen. Es galt also eine Apparatur zu schaffen, welche die Messungen des absoluten Wasserverbrauchs ohne Störung des Versuches, rasch und mit einer befriedigenden Genauigkeit durchzuführen erlaubte. Die nachstehend beschriebene Einrichtung beruhte auf dem Gedanken, die Wasserzufuhr nach der bisherigen Technik zu bewerkstelligen und die absolut verbrauchte Wassermenge durch eine zwischen Wasserzuleitung und Gefäß eingeschaltete Vorrichtung dem Volumen nach zu messen.

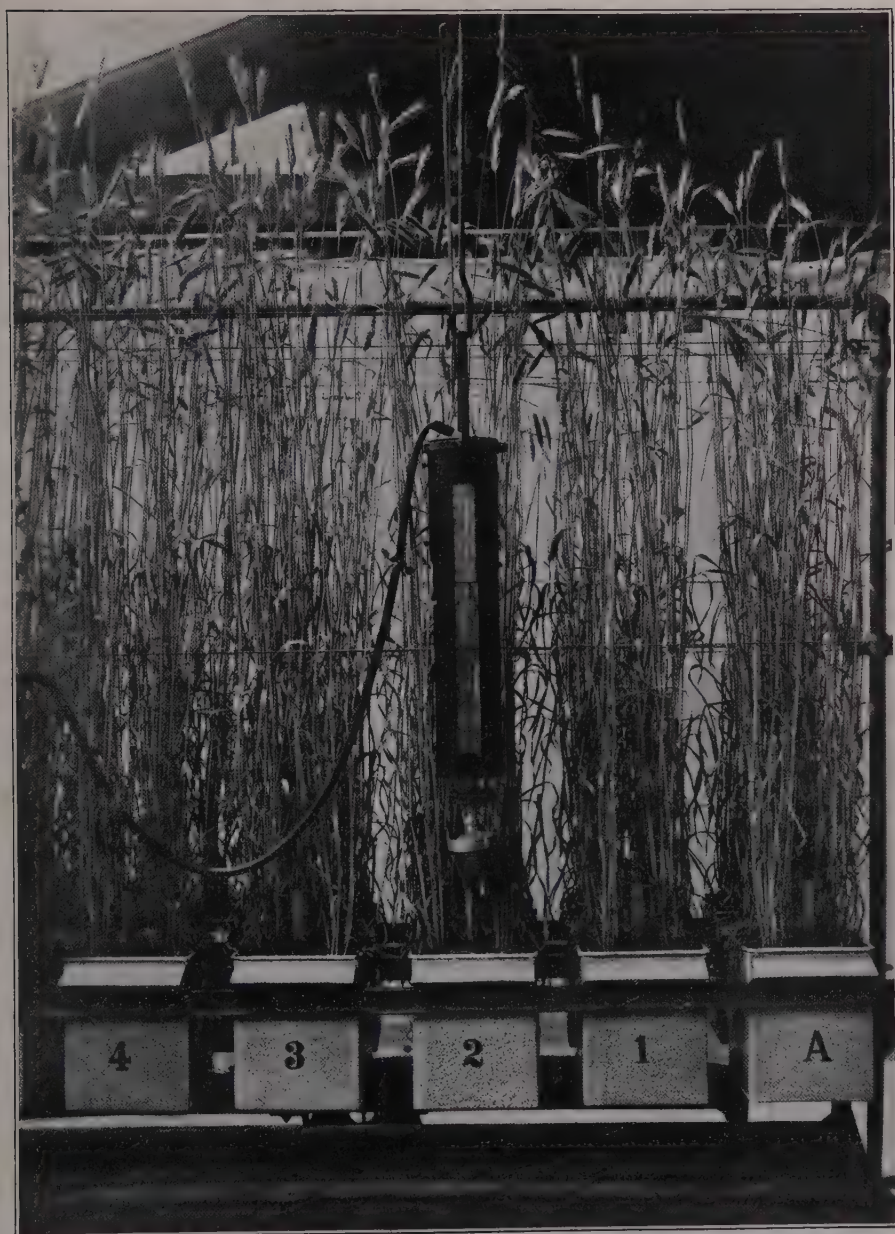


Abb. 7. Meßvorrichtung.

Hierzu diente ein Meßzylinder aus Glas mit 2000 ccm Fassungsraum, dessen Standplatte abgeschliffen wurde. Der Boden wurde in der Mitte durchlocht und an die Öffnung ein kurzes Rohrstück mit leicht beweglichem Glashahn angeschmolzen. Die Ausflußöffnung des Glashahnes war mit einer kleinen Glasglocke zum Schutze gegen Beschädigung versehen. Die obere Öffnung des Zylinders war mit einem Korkstopfen fest verschlossen, welcher ein Luftrohr, sowie das Zuflußrohr für das Wasser trug. Das Meßgefäß wurde zum Schutze gegen Beschädigung während der Benützung mit einem leichten Blechmantel unter Aussparung des Skalenteiles umgeben. Der obere Rand des Schutzmantels trug einen eisernen Ring, an welchem ein Bügel zum Aufhängen des Apparates befestigt war.

Bei Vornahme der Messungen hing das Meßgefäß längs des Wagens freischwebend, ohne die Pflanzen zu beschädigen oder die Vornahme der einzelnen Arbeiten zu stören. Dies wurde durch folgende Vorrichtung erreicht. Über den Geleisen der beiden Wagen 10 und 11 waren in deren Längsrichtung im Gebälk der Vegetationshalle Schienen befestigt. In diesen Schienen liefen Rollen. An diesen Laufrollen waren nach unten stehende Eisenstäbe gelenkig angebracht. Die Eisenstäbe waren an ihrem unteren Ende zu Haken gebogen, in welche der Bügel des Meßgefäßes eingehängt wurde. Dadurch wurde ein ständig senkrechtes Hängen des Meßzylinders erlangt und es außerdem ermöglicht, mit diesem vor jedes Gefäß zu „fahren“. Zur Erreichung des nötigen Abstandes von den Gefäßen waren die Laufschiene der Rollen verstellbar eingerichtet. Die weiteren Einzelheiten dieser Einrichtungen zeigen die Abb. 7 und 8.

Der Vorgang des Messens ging auf folgende Weise vor sich: Die Waage wurde, wie schon vorher beschrieben, unter das Gefäß gebracht und dieses hochgehoben. Vor das Gefäß wurde die Meßvorrichtung gefahren, der Zylinder durch Schlauch mit der Hauptleitung verbunden, mit Wasser gefüllt und nun hieraus solange Wasser eingelassen, bis die Waage einspielte (Abb. 9). Der absolute Wasserverbrauch in ccm konnte von der Skala direkt abgelesen werden. Die Durchführung der Messungen auf diese Art ging ziemlich rasch vor sich, zumal vor Beginn der eigentlichen Messungen dieser Vorgang eingehend geprüft und geübt wurde. Für jeden Wagen wurde ein Meßgefäß (die Anordnung in Abb. 8 dient nur zur Erläuterung der Anordnung) und zwar ständig das



Abb. 8. Meßvorrichtung.

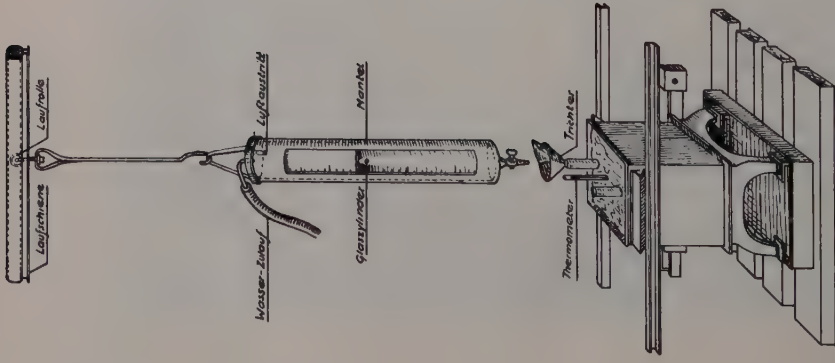


Abb. 9. Vorgang des Messens.

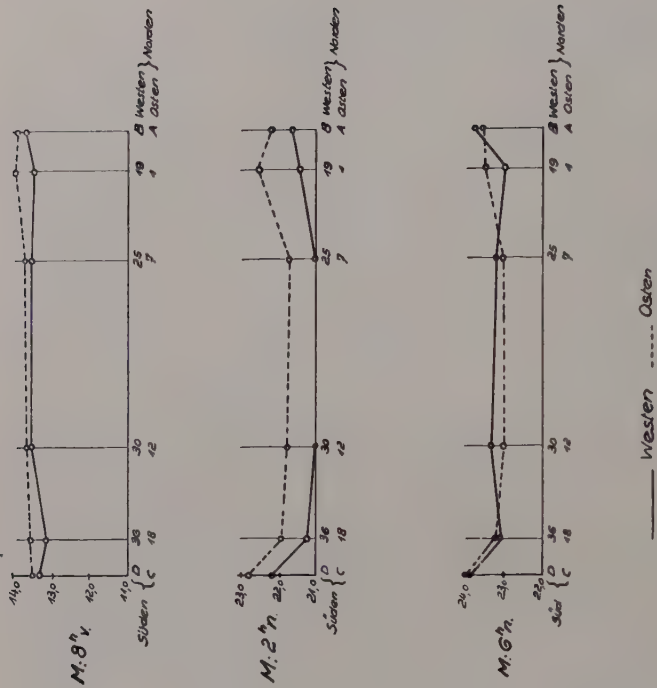


Abb. 10. Messung der Bodentemperatur.
Gesamtdurchschnitt in den Monaten Mai bis August.

gleiche für diese Untersuchungen benützt. Die Meßgefäße wurden vorher gleichmäßig auf 2000 ccm Fassungsraum bei 15° C geeicht und die Skala zwecks weiterer Ablesung von oben nach unten auf je 20 ccm unterteilt. Eine weitere Unterteilung erschien untunlich, da bei dem Durchmesser des Zylinders weitere Teilstriche die Ablesung erschwert hätten. Mengen von 10 ccm wurden geschätzt, eine engere Schätzung erschien ungenau.

Die Messung der Bodentemperatur erfolgte bei Wagen 11 in sämtlichen Gefäßen, bei Wagen 10 wegen Mangel an Thermometern in 12 Gefäßen bei gleichmäßiger Verteilung über dem gesamten Wagen. Die Temperaturfeststellungen wurden in 15 cm Bodentiefe in 12 cm Abstand von der äußeren Stirnseite der Gefäße vorgenommen (Abb. 10). Dazu dienten gleichmäßig geeichte Stockthermometer mit einer Meßskala von 0—50° C und einer Unterteilung in 0,5° C. Zehntel Grade konnten gut geschätzt werden. Neben diesen Messungen wurden zur gleichen Zeit die Lufttemperaturen des Standortes der Wagen im Freien (Drahtanlage), sowie in der Vegetationshalle festgestellt. Hierzu dienten Normalthermometer.

Zu der Messung der täglichen Sonnenscheindauer diente ein Sonnenschein-Autograph (Brennliniensystem).

VI. Der Versuchsverlauf.

1. Bemerkungen über Anstellung, sowie Behandlung der Versuche während der Vegetation.

Die Versuche wurden auf zwei Vegetationswagen (Nr. 10 und 11) in der Vegetationshalle II des Institutes durchgeführt. Mit Rücksicht auf die laufenden Versuche mußten zwei verschiedene Bodenarten und zwei verschiedene Kulturpflanzen Verwendung finden. Von den beiden Wagen war auf Wagen 10 ein Vergleichsversuch mit verschiedenen Phosphorsäureformen mit insgesamt 9 Düngungsarten angesetzt, während auf Wagen Nr. 11 an sämtliche Gefäße die gleiche Düngung verabreicht wurde. Um Randwirkungen auszuschalten, wurden am Anfang und Ende jedes Wagens je 2 Randgefäße mit der Düngung der nachfolgenden bzw. vorhergegangenen Gefäße angesetzt. Auf jeden Wagen waren somit insgesamt 40 Gefäße angeordnet, wovon 36 Gefäße 9 Düngungsarten zu je 4 Gefäßen bildeten, die restigen 4 Gefäße als Randgefäße anzusehen waren.

Über die physikalischen und chemischen Eigenschaften der verwendeten Bodenarten geben Tabelle I u. II Aufschluß¹⁾.

Tabelle I.

Ergebnisse der physikalischen Bodenuntersuchungen.

Lfd. Nr.	Wagen-Nr. und Bodenart	Sand 2 bis 0,1 mm %	Feinsand 0,1 bis 0,05 mm %	Staub 0,05 bis 0,01 mm %	Feinstes 0,01 mm %	Wasser- kapazität %
1.	10 Lehm von Mittel- franken	4,96	8,67	44,97	41,40	29,80
2.	11 Miozänsand von Weihenstephan .	88,50	6,20	2,80	2,50	25,92

Tabelle II.

Lfd. Nr.	Wagen-Nr. und Bodenart	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	Ca O %	Mg O %	Neubauer- zahl		pH KCl-Aus- zug elektro- metrisch	Ges. Säure S in 100 g Boden n/10 NaOH
							P ₂ O ₅ mg	K ₂ O mg		
1.	10 Lehm von Mittel- franken	0,152	0,099	0,618	0,279	0,125	4,95	32,97	5,07	0,24
2.	11 Miozänsand von Weihenstephan .	0,046	0,064	0,102	0,140	0,190	1,25	7,33	6,21	—

Demnach handelt es sich bei dem Boden von Mittelfranken aus der Gegend von Uffenheim um einen außerordentlich feinerde-reichen Lößlehm. Der Boden ist sehr reich an Kali, dagegen arm an Phosphorsäure. Seine Reaktion ist als mäßig sauer zu be-zeichnen. Je Gefäß wurden 14,4 kg lufttrockener Boden eingefüllt.

Der Boden in Wagen 11 ist ein stark grobsandhaltiger, nähr-stoffarmer, dem Weihenstephaner Hügelland entstammender Sand aus der dort vorkommenden Miozänstufe des Tertiärs. Die Reaktion

¹⁾ Hinsichtlich der Methodik dieser Bestimmungen siehe: 1. J. Kopecky, Die Bodenuntersuchung zum Zwecke der Drainagearbeiten mit besonderer Berücksichtigung der Ausführung mechanischer Bodenanalysen mittels eines neu kombinierten Schlämmapparates. Prag 1901. — 2. Wahnschaffe-Schucht, Anleitung für wissenschaftliche Bodenuntersuchung. Berlin, P. Parey, 1925. — 3. J. König, Die Analyse landwirtschaftlich und landwirtschaftlich-gewerblich wichtiger Stoffe. I, S. 52, Berlin 1923.

des Bodens ist neutral. Die lufttrockene Bodenmenge je Gefäß betrug hier 15,6 kg.

Die Art der Düngung der beiden Versuche ist aus Tabelle III zu entnehmen.

Tabelle III. Düngung der beiden Versuche.

Wagen-Nr.	Frucht	Je Gefäß g N		Je Gefäß g P_2O_5	Je Gefäß g K_2O
10	Sommergerste (Moosburger Räthia, Original)	2	Kalksalpeter	1,2	2,0
11	Sommerroggen (Petkuser Original)	2	desgl.	1,2	2,0

Das Kali wurde in allen Fällen als 40 proz. Kalisalz, dieses und der Stickstoff in Lösungen verabreicht. Die Phosphorsäuregabe erfolgte bei Wagen 10 in verschiedenen Formen, bei Wagen 11 durchweg als Rhenaniaphosphat. Als Saatgut fand nur ausgewähltes Originalsaatgut 1. Sortierung Verwendung. Die Keimfähigkeit betrug bei Sommergerste nach 10 Tagen im Mittel 98,25 %, bei Sommerroggen 92,00 %.

Die Daten über Saat, Auflaufen und Ernte sind in Tabelle IV niedergelegt.

Tabelle IV. Anbaudaten.

Wagen-Nr.	Frucht	Zahl der ausgelegten Körner je Gefäß	Saat	Auflaufen	Ernte
10	Sommergerste	16	27. III.	6. IV.	6. VIII.
11	Sommerroggen	14	23. IV.	30. IV.	28. VIII.

Der Auflauf der beiden Versuche ging gleichmäßig vor sich. Zur Vorbeugung gegen Mehltaubefall wurden beide Fruchtarten mit kolloidem Schwefel gespritzt und zwar Gerste ab 15. IV. und Roggen ab 5. V. Das Bespritzen erfolgte alle 2—3 Tage bis gegen Mitte Mai. Diese Maßnahme war von vollem Erfolg begleitet. Die Früchte wurden weiterhin entsprechend ihrer Eigenart mehrmals gehackt und gehäufelt.

Die Regelung der Wasserzufuhr erfolgte, wie bereits erwähnt, an Hand der Wasserkapazität des lufttrockenen Versuchsbodens in der Weise, daß mit dem Fortschreiten des Wachstums die Wasser-

gabe entsprechend der Kapazität des Bodens erhöht wurde. Die jeweilige Höhe der Wassergabe in % der Wasserkapazität des Versuchsbodens während der Versuchsdauer ist aus Tabelle V zu ersehen.

Tabelle V.
Höhe der Wassergabe während der Versuchsdauer.

% Wasser- kapazität	Wagen 10, Lehm Boden	% Wasser- kapazität	Wagen 11, Mioänsand
40	bis 24. V. 1928	40	bis 8. VI. 1928
50	" 8. VI. 1928	50	" 24. VI. 1928
60	" 12. VI. 1928	60	" 29. VI. 1928
70	" 14. VI. 1928	70	" 5. VII. 1928
75	" 16. VII. 1928	75	" 23. VII. 1928
50	ab 17. VII. 1928	40	ab 24. VII. 1928

Vor der Saat wurde der Wassergehalt jedes Gefäßes auf 40% der Wasserkapazität des Versuchsbodens gehalten und die Wassergabe entsprechend dem jeweils festgesetzten Prozentgehalt der Kapazität des Versuchsbodens durch ständige Kontrolle und entsprechendes Auffüllen konstant zu halten versucht.

2. Angaben über Art und Durchführung der Messungen.

Bei diesen Versuchen konnten entsprechend den vorhandenen Einrichtungen folgende Messungen durchgeführt werden:

1. Allgemeine meteorologische Feststellungen.
2. Sonnenscheindauer.
3. Lufttemperatur am Ort der Versuchsanstellung.
4. Bodentemperatur in den Gefäßen.
5. Wasserverbrauch je Gefäß.
6. Längenmessungen der Pflanzen.

ad 1. und 2. Diese Messungen wurden von der Bayrischen Landessaatzuchtanstalt Weihenstephan auf deren benachbartem Versuchsfelde durchgeführt und die Ergebnisse in liebenswürdiger Weise zur Verfügung überlassen. Diese umfassen die mittlere Temperatur in °C je Monat, Temperaturmaxima und Minima, Niederschlagsmenge in mm, Niederschlagstage, Niederschlagsmaximum in 24 Std., sowie tägliche Sonnenscheindauer.

ad 3. Die Feststellung der Lufttemperatur erfolgt hier sowohl in der Vegetationshalle II, in welcher die beiden Versuchs-

wagen bei schlechtem Wetter sowie während der Nacht untergebracht sind, als auch in der Drahtanlage, in welche die Wagen bei günstiger Witterung herausgeschoben werden. Die Messungen erfolgten zur gleichen Zeit wie jene der Bodentemperatur in den Gefäßen.

ad 4. Die Messungen der Temperatur der zu den Versuchen dienenden Böden erfolgte bei Wagen 11 mit Miozänsand in sämtlichen Gefäßen, bei Wagen 10 konnten infolge Mangels an Thermometern diese nur in 12 Gefäßen vorgenommen werden. Die Meßinstrumente waren über den ganzen Wagen in folgender Weise verteilt:

	Westen																							
D , 36, 35, 34, 33, 32, 31, 30 , 29, 28, 27, 26, 25 , 24, 23, 22, 21, 20, 19 , B																								
Süden																								Norden
C , 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12 , 11, 10, 9, 8, 7 , 6, 5, 4, 3, 2, 1 , A																								
	Osten.																							

Die fettgedruckten Zahlen stellen die Nummern der Gefäße dar, in welchen die Temperaturmessungen durchgeführt wurden. Die Messungen erfolgten täglich 3 mal und zwar jeweils morgens 8 Uhr, nachmittags 2 Uhr und nachmittags 6 Uhr.

Erwähnt sei noch, daß die Temperaturablesungen täglich in der gleichen Reihenfolge stattfanden und zwar wurden zuerst die Temperaturen in der Drahtanlage und der Halle selbst ermittelt und hierauf die Temperaturen von Wagen 11 und anschließend daran jene von Wagen 10 festgestellt. Bei den Wagen wurde jeweils bei Gefäß A mit den Messungen begonnen und diese bei Gefäß B beendet.

ad 5. Die Messungen des Wasserverbrauches wurden bei sämtlichen Gefäßen von Wagen 10 und 11 vorgenommen. Der Zeitpunkt dieser Feststellungen hatte sich jeweils dem Bedarf an Wasserzufuhr, der durch entsprechende Wägungen bestimmt wurde, anzupassen. In Berücksichtigung der übrigen umfangreichen Arbeiten auf dem Versuchsfeldbetriebe zu jener Zeit wurde grundsätzlich die Wasserzufuhr und das Messen des absoluten Wasserverbrauches, soweit eben möglich, nur einmal täglich vorgenommen und als Zeitpunkt hierfür 2 Uhr nachmittags festgesetzt. Dieses Vorgehen hatte außerdem im Hinblick auf den Zweck der Untersuchungen den Vorteil, daß die Häufigkeit der Wägungen und damit unvermeidliche Wägefehler verringert wurden und außerdem zu diesem Zeitpunkt sich die mutmaßlichen Unterschiede zwischen

Ost- und Westseite, hervorgerufen durch verschieden große Wärmeaufnahme während des Vormittags, auch im Wasserverbrauch besonders deutlich widerspiegeln mußten, deutlicher vielleicht, als wenn die Wasserzufuhr am Morgen erfolgt wäre.

Gleichzeitige Wasserzufuhr am Morgen und Nachmittag war bei Wagen 10 nur am 14. VI., 23. VI., 27. VI. und 2. VII., bei Wagen 11 nur am 14. VI., 25. VI., 30. VI., 3. VII. und 16. VII. erforderlich.

ad 6. Zur Feststellung der Pflanzenlänge wurden sämtliche Halme eines Gefäßes, die Ähren trugen, herangezogen. Bei der Messung wurde zuerst die Gesamtlänge der Pflanze vom Schnittende bis Ende der Ährenspindel festgestellt und hierauf die Halm-länge (Schnittende bis Ansatz der Ährenspindel) bestimmt. Durch Subtraktion der beiden Werte wurde die Ährenlänge erhalten.

3. Die klimatischen Verhältnisse während des Versuchsverlaufes.

Bei der Bewertung der Düngewirkung von Versuchen ist bekanntlich auch der Verlauf der Witterung von Bedeutung, insbesondere ist dies der Fall hinsichtlich der Höhe der Niederschläge und deren Verteilung in der Wachstumszeit, der Temperatur des Bodens und der Luft, der Luftfeuchtigkeit, sowie der Windverhältnisse. Während bei Düngungsversuchen im Freiland vor allem die Höhe der Niederschläge und deren Verteilung in der Wachstumszeit ausschlaggebender Faktor für das Versuchsergebnis sind, liegen die Verhältnisse beim Gefäßversuch, bei welchem die Wasser-

Tabelle VI. Allgemeine meteorologische

Monat	Mittlere Temperaturen		Temperatur-Maximum	
	25 jähriger Durchschnitt ° C	1928 ° C	am	° C
April	+ 7,82	+ 9,03	29. IV.	+ 27,5
Mai	+ 13,33	+ 10,66	30. V.	+ 25,0
Juni	+ 15,90	+ 15,98	10. VI.	+ 30,5
Juli	+ 17,65	+ 20,50	27. VII.	+ 36,5
August	+ 17,20	+ 19,07	12. VIII.	+ 34,4

¹⁾ Zusammengestellt an Hand der Messungen der Bayerischen Landessaat-

zufuhr in künstlicher Weise geregelt wird, wesentlich anders. Es ist hier der Hauptfaktor „Niederschläge“ ausgeschaltet. Es wirken sonach beim Gefäßversuch nur mehr Temperatur und Luftfeuchtigkeit, sowie Luftbewegung und Licht ein. Diese Faktoren beeinflussen aber, besonders Temperatur und Luftfeuchtigkeit, den Wasserverbrauch der Pflanzen in grundlegender Weise, so daß ihnen auch bei Gefäßversuchen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muß.

Die klimatischen Verhältnisse des Versuchsfeldes des Institutes auf welchem die vorliegenden Versuche durchgeführt wurden, lassen sich kurz, wie folgt, charakterisieren:

Das Versuchsfeld ist am Fuße des Nord-Westhanges des Weihestephaner Berges gelegen, die Meereshöhe beträgt etwa 460 m, das hier herrschende Klima ist als Randklima der Schwäbisch-Bayerischen Hochebene zu bezeichnen. Hinsichtlich der Niederschläge sind in den Monaten März und Mai Trockenzeiten zu verzeichnen, die Hauptniederschlagsmengen fallen in den Monaten Juni und Juli. Nord- und Südwinde treten ganz zurück, während Ost- und Westwinde, besonders die letzten, vorherrschen. Die Nähe der Ausläufer des Dachauer-Freisinger Moores in Südwesten bedingt eine erhöhte Spätfrostgefahr.

Was die Witterungsverhältnisse im Jahre 1928 anbelangt, so gibt ein Vergleich der in den Versuchsmonaten April bis August vorherrschenden Verhältnisse mit dem 25jährigen Durchschnitt (Tabelle VI) ein außerordentlich interessantes Bild. Hinsichtlich der mittleren Temperatur in diesen Monaten ist zu ersehen, daß

Beobachtungen während der Versuchsdauer¹⁾.

Temperatur-Minimum		Niederschlagsmenge mm		Niederschlags- tage		Niederschlags- maximum in 24 Std.	
am	° C	25 jähr. Durch- schnitt	1928	25 jähr. Durch- schnitt	1928	am	mm
19. IV.	— 4,0	59,5	20,9	15	9	23. IV.	7,1
11. V.	— 4,2	64,2	58,4	13	13	1. V.	9,5
3. VI.	— 1,3	88,1	84,6	14	12	5. VI.	19,3
9. VII.	+ 4,5	101,9	19,0	14	2	29. VII.	10,0
7. VIII.	+ 5,5	80,8	138,0	14	14	16. VIII.	29,1

zuchtanstalt Weihestephan.

diese 1928 durchwegs beträchtlich höher war als in den Vorjahren. Besonders auffällig ist dies in den Monaten Juli und August, wo die durchschnittliche Temperatur im Jahre 1928 20,50 bzw. 19,07° C gegenüber 17,65 bzw. 17,20° C im 25jährigen Durchschnitt betrug. Gleichfalls außerordentlich hoch sind die Temperatur-Maxima, besonders in den Monaten Juli und August. Diesen Tatsachen steht gegenüber, daß die schon erwähnte Spätfrostgefahr sich in diesem Jahre sogar bis in den Monat Juni herein mit beträchtlichem Temperatur-Minima bemerkbar machte.

Hinsichtlich der Niederschlagsmengen ist zu bemerken, daß das Jahr 1928 gegenüber dem 25jährigen Durchschnitt außerordentlich weit zurücksteht, besonders auffällig ist dies in den Monaten April und Juli, während der Monat August durch seine, den Durchschnitt beträchtlich überragende Niederschlagsmenge auffällt. Ein ähnliches Bild zeigt der Vergleich der Niederschlagstage. So sind im April 1928 nur 9, im Juli des gleichen Jahres sogar nur 2 Niederschlagstage gegenüber 15 und 14 Niederschlagstagen in den gleichen Monaten des 25jährigen Durchschnittes zu verzeichnen.

Die Messungen der Sonnenscheindauer, welche in der Zeit vom 29. IV. bis 31. VIII. 1928 täglich in der Zeit von 5 Uhr morgens bis 8 Uhr abends vorgenommen wurden, ergaben für die Monate Mai, Juni, Juli und August folgende Zeiten:

Mai	237	Stunden	35	Minuten
Juni	252	"	50	"
Juli	301	"	2	"
August	229	"	34	"

Die Sonnenscheindauer ist also als sehr lang zu bezeichnen, besonders hervorzuheben ist der Monat Juli.

Aus diesen ganzen Beobachtungen und Messungen ergibt sich, daß das Jahr 1928 hinsichtlich seines Witterungsverlaufes als anormales Jahr zu bezeichnen ist, gekennzeichnet durch außerordentlich hohe Temperaturen und ungewöhnlich geringe Niederschläge in den Hauptvegetationsmonaten.

Für die in Frage kommenden Versuche sind diese Verhältnisse insofern als günstig zu bezeichnen, als allenfallsige nachteilige Beeinflussungen durch die Witterungsverhältnisse auf die Aufstellungsart der Gefäße sich besonders scharf bemerkbar machen und dadurch die Schlußfolgerungen über diese Verhältnisse sich besonders ausgeprägt ziehen lassen mußten.

Neben diesen Feststellungen, die auf dem Versuchsfelde der Bayerischen Landessaatzuchtanstalt Weihestephan vorgenommen und in liebenswürdiger Weise für diese Arbeit zur Verfügung gestellt wurden, erfolgten auf dem Versuchsfelde des Institutes selbst, das an die Versuchsanlagen der Bayerischen Landessaatzuchtanstalt Weihestephan dicht angrenzt, noch Messungen der Lufttemperatur, sowohl in der Halle, als auch in der Drahtanlage, in welcher die Wagen bei schönem Wetter stehen. Die Messungen wurden täglich dreimal jeweils um 8 Uhr morgens, 2 Uhr nachmittags und 6 Uhr nachmittags vorgenommen (Tabelle VII).

Tabelle VII.

Gesamtdurchschnitte der Messungen der Lufttemperatur in den Monaten Mai bis August vom 13.V. bis 31.VIII. 1928.

Datum	Zeit	Temperaturen in °C in		Bemerkungen
		der Halle	der Drahtanlage	
Monat Mai	8	11,2	12,1	
13. V. bis 2. VI.	2	17,3	18,4	
18 Tage	6	15,2	14,4	
Monat Juni	8	16,2	14,4	
3. VI. bis 30. VI.	2	22,0	22,9	
28 Tage	6	20,7	19,6	
Monat Juli	8	19,4	22,1	
1. VII. bis 28. VII.	2	28,5	31,2	
28 Tage	6	26,8	28,0	
Monat August	8	17,0	17,7	
29. VII. bis 31. VIII.	2	24,2	26,1	
34 Tage	6	22,9	22,7	
Durchschnitt	8	15,9	17,3	
von 108 Tagen	2	23,0	24,3	
	6	21,4	21,2	

Diese Messungen erfolgten aus dem Grunde, um genaue Anhaltspunkte für die an Ort und Stelle obwaltenden Verhältnisse zu bekommen und außerdem Vergleiche mit der Bodentemperatur in den Gefäßen ziehen zu können. Überblickt man die in den Monaten

Mai bis August erhaltenen Durchschnitte dieser Temperaturen, so ist zu entnehmen, daß die Temperatur in der Halle durchwegs geringer war als in der Drahtanlage, ausgenommen die Abendtemperatur in den Monaten Mai, Juni und August. In der Drahtanlage wurden die höchsten Werte der Temperaturen um 8 Uhr morgens in den Monaten Juli und August festgestellt. Gleiche Verhältnisse waren auch hinsichtlich der Mittags- und der Abendtemperaturen zu beobachten.

4. Wachstumsbeobachtungen.

Im Verlaufe der Vegetation konnten bei den Versuchen nachstehende Beobachtungen festgehalten werden:

Wagen 10.

6. IV. Auflaufen, sehr gleichmäßig.

1. V. Düngungsart I ist im Wachstum gegenüber den Düngungsarten II bis VIII bedeutend zurück. Düngungsart IX ist etwas besser als Düngungsart I. Von den Düngungsarten II bis VIII stehen am besten Düngungsart II, etwas schlechter Düngungsart III und VIII. Gegen diese etwas nach stehen die Düngungsarten IV und V, noch weiter zurück sind Düngungsart VI und VII. Unterschiede im Wachstum der Pflanzen in den Gefäßen auf der Ostseite gegenüber dem in den Gefäßen auf der Westseite lassen sich in einwandfreier Weise nicht feststellen. Auffällig ist, daß die Randgefäße sowohl bei Düngungsart I als auch bei Düngungsart IX im Wachstum bedeutend zurückstehen.

14. VI. Am besten sind nunmehr Düngungsart II und VI. Etwas zurück und miteinander gleich sind Düngungsart III und VIII, sowie V. Weiter zurück stehen Düngungsart IV und VII, nach diesen folgt Düngungsart IX. Düngungsart I ist am schlechtesten. Unterschiede zwischen der Ost- und Westseite lassen sich nicht festhalten.

20. VI. Schossen der Pflanzen der Düngungsarten II, III, IV, V, VI, VII und VIII.

24. VI. Schossen der Düngungsarten I und IX.

16. VII. Die Gerste nähert sich der Reife. Düngungsart I und IX sind hierin etwas zurück, die übrigen Düngungsarten sind unter sich gleich und weiter voran. Unterschiede zwischen Ost- und Westseite lassen sich wiederum nicht feststellen.

6. VIII. Ernte.

Wagen 11.

30. IV. Auflaufen.

30. V. Der gesamte Bestand macht einen vollkommen gleichmäßigen Eindruck bis auf die Randtöpfe, die im Wachstum etwas zurück sind. Besonders auffällig ist dies bei den südlichen Randtöpfen.

12. VI. Die Beobachtungen sind die gleichen wie vorher, Unterschiede während der Bestockung konnten nicht festgehalten werden. Die Randtöpfe sind weiterhin zurück.

20. VI. Das Höhenwachstum der Pflanzen ist nicht vollkommen gleichmäßig, die Randtöpfe sind hier besonders zurück, ebenso stehen die Pflanzen der mittleren Töpfe um geringes nach. Die Ostseite scheint um wenig besser zu stehen als die Westseite. Der Roggen beginnt zu schossen und sind hier Unterschiede mit Ausnahme der Randtöpfe nicht festzustellen. Das Schossen der Gefäße innerhalb der Randtöpfe war am 20. VI. gleichmäßig abgeschlossen. Die Randtöpfe waren 2—3 Tage hintan.

30. VI. Der Roggen blüht, wobei Unterschiede bei den einzelnen Gefäßen nicht festgehalten werden können.

24. VII. Der Roggen nähert sich der Reife ohne Unterschiede innerhalb der einzelnen Gefäße. Auffällig ist, daß die Randgefäße weiterhin zurückblieben.

28. VIII. Ernte.

VII. Die Versuchsergebnisse.

Vorbemerkung: Die Ergebnisse der beiden Versuche auf Wagen 10 und 11 werden in den einzelnen Abschnitten jeweils nacheinander besprochen.

1. Bodentemperatur in den Gefäßen.

Wagen 10.

Die Temperaturmessungen bei diesem Versuche konnten, wie schon erwähnt, nur in 12 Gefäßen vorgenommen werden, die über den ganzen Wagen verteilt waren. Die Durchschnitte sind in den Tabellen VIIIa und VIIIb, die graphischen Darstellungen in Abb. 10 niedergelegt.

Verfolgt man den Temperaturverlauf in den Gefäßen an Hand der Durchschnitte in den Monaten Mai, Juni, Juli und August, so

Tabelle VIIIa.

1927/28

Gesamtdurchschnitte der Temperaturmessungen in 15 cm Bodentiefe in den Monaten Mai bis August (4. V. bis 10. VIII. 1928) der Gefäße auf der **Ostseite** bei Wagen 10.

Datum	Zeit	C	18	12	7	1	A
Monat Mai	8	8,3	8,5	8,4	8,3	8,8	8,7
4. V. bis 2. VI.	2	16,4	15,8	15,9	15,7	16,4	15,8
30 Tage	6	17,3	16,8	17,0	16,9	17,6	17,6
Monat Juni	8	13,3	13,4	13,5	13,6	13,9	13,9
3. VI. bis 30. VI.	2	22,1	21,1	20,9	20,9	21,4	21,5
28 Tage	6	22,8	22,0	21,9	22,0	22,7	22,7
Monat Juli	8	16,8	16,9	17,0	17,2	17,4	17,4
1. VII. bis 28. VII.	2	28,8	27,6	27,4	27,3	28,8	28,3
28 Tage	6	29,8	28,7	28,2	28,2	28,8	29,0
Monat August	8	15,7	15,7	15,9	16,0	16,3	16,2
29. VII. bis 10. VIII.	2	23,9	23,3	23,2	23,0	23,4	23,4
13 Tage	6	25,7	25,2	25,0	24,9	25,1	25,2
Durchschnitt	8	13,5	13,6	13,7	13,8	14,1	14,0
von 99 Tagen	2	22,8	21,9	21,8	21,7	22,5	22,2
	6	23,9	23,2	23,0	23,0	23,5	23,6

ergibt sich, daß im Monat Mai die Unterschiede in der Bodentemperatur zwischen den Gefäßen auf der Ost- und Westseite bei der Morgenmessung um 8 Uhr nicht scharf ausgeprägt sind. Bei der Messung um 2 Uhr nachmittags ist die Temperatur der Gefäße auf der Ostseite durchwegs höher als auf der Westseite, während bei der Abendmessung ein Überwiegen der Westseite festzustellen ist.

Ausgeprägter sind die Verhältnisse im Monat Juni, wo die Ostseite um 8 Uhr morgens durchweg höhere Bodentemperaturen zeigte als die Westseite. Das gleiche, in etwas stärkerem Maße, konnte auch bei der Mittagsmessung festgestellt werden, während abends 6 Uhr die Temperatur der Gefäße auf der Westseite um geringes höher war als die der Gefäße auf der Ostseite.

Der Monat Juli lieferte das gleiche Bild, nur ist hier hervorzuheben, daß die Unterschiede zwischen den Temperaturen der Gefäße auf der Ostseite und der Westseite bei der Messung um 2 Uhr nachmittags wesentlich höher waren.

Tabelle VIIIb.

Gesamtdurchschnitte der Temperaturmessungen in 15 cm Bodentiefe in den Monaten Mai bis August (4. V. bis 10. VIII. 1928) der Gefäße auf der **Westseite** bei Wagen 10.

Datum	Zeit	D	36	30	25	19	B
Monat Mai	8	8,2	8,1	8,3	8,4	8,4	8,5
4. V. bis 2. VI.	2	16,1	15,3	15,5	15,2	15,7	16,0
30 Tage	6	17,5	16,7	17,2	17,1	17,5	17,6
Monat Juni	8	13,1	12,9	13,3	13,2	13,3	13,6
3. VI. bis 30. VI.	2	21,5	20,2	20,0	19,9	20,6	20,9
28 Tage	6	22,9	22,2	22,4	22,3	22,7	22,8
Monat Juli	8	16,6	16,4	16,8	16,9	16,8	16,9
1. VII. bis 28. VII.	2	27,7	26,3	25,7	25,8	26,8	26,8
28 Tage	6	30,0	28,8	28,6	28,5	28,8	29,0
Monat August	8	15,7	15,5	15,9	16,0	15,9	16,1
29. VII. bis 10. VIII.	2	23,6	22,6	22,7	22,7	22,5	22,8
13 Tage	6	25,5	24,7	25,1	25,0	25,0	25,4
Durchschnitt	8	13,4	13,2	13,6	13,6	13,6	13,8
von 99 Tagen	2	22,2	21,1	21,0	20,9	21,4	21,6
	6	24,0	23,1	23,3	23,2	23,0	23,7

Im Monat August waren bei der Morgenmessung nur mehr sehr geringe Unterschiede zwischen Ost- und Westseite festzustellen, gleichfalls gering waren die Unterschiede bei der Mittagsmessung, wobei die Temperaturen der Gefäße auf der Ostseite höher als die der Gefäße auf der Westseite waren. Bei der Messung um 6 Uhr nachmittags gestalteten sich die Verhältnisse zwischen den beiden Seiten vollständig ungleichheitlich.

Bei Betrachtung des Gesamtdurchschnittes, der die Monate Mai bis August und zwar vom 4. V. bis 10. VIII. umfaßt, ist zu ersehen, daß bei der Messung um 8 Uhr morgens ein sehr geringes Überwiegen der Temperaturen der Gefäße auf der Ostseite festzustellen war. Bei der Mittagsmessung sind diese Unterschiede in der gleichen Weise, jedoch deutlicher ausgeprägt, vorhanden. Bei der Abendmessung sind die Verhältnisse ungleichheitlich.

Hinsichtlich des Temperaturverlaufes der Gefäße von Süden nach Norden ist festzuhalten, daß die Randgefäße auf der Südseite

fast durchwegs die höchste Bodentemperatur aufweisen, während die Unterschiede der übrigen Gefäße unter sich in keinem Fall so deutlich ausgeprägt sind.

Als Gründe für das eben geschilderte Verhalten der Bodentemperatur der Gefäße auf der Ost- und Westseite dürften anzuführen sein, daß entsprechend dem Lauf der Sonne und der vom Strahlungswinkel abhängigen Strahlungsintensität (28) die Gefäße auf der Ostseite sich am Morgen rascher erwärmten und somit bis zur Mittagszeit rascher eine höhere Temperatur des Bodens erreicht wurde. Am Nachmittag hingegen waren die Gefäße auf der Westseite einer intensiveren Bestrahlung ausgesetzt, was sich in der durchweg höheren Temperatur bei der Abendmessung äußerte. Die höhere Temperatur der Randgefäße auf der Südseite ist damit zu erklären, daß diese Gefäße am stärksten und mit weit größerer Oberfläche der Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind als die übrigen Gefäße. Die Randgefäße bilden also hier einen wirksamen Schutz gegen zu rasche und zu starke Erwärmung des Bodens in den übrigen Gefäßen. Festgehalten zu werden verdient die Tatsache, daß die Randgefäße auf der Nordseite im allgemeinen das gleiche Verhalten zeigen wie die übrigen Gefäße.

Wagen 11.

Bei diesem Versuche wurden die Messungen in sämtlichen 40 Gefäßen durchgeführt. Die Messungen erstreckten sich auf die Zeit vom 4. V. bis 31. VIII. 1928 und erfolgten täglich dreimal jeweils 8 Uhr morgens sowie 2 Uhr und 6 Uhr nachmittags. Die Durchschnitte dieser Messungen sowie die graphische Darstellung des Gesamtdurchschnittes sind in Tabelle IXa und IXb und Abb. 11 niedergelegt. Bei Betrachtung der Durchschnitte in den einzelnen Versuchsmonaten lassen sich folgende Schlußfolgerungen ziehen.

Monat Mai. Bei der Messung um 8 Uhr morgens sind die Temperaturen der Gefäße auf der Ostseite praktisch gleich jenen auf der Westseite. Bei der Mittagsmessung ist ein leichtes Überwiegen der Ostseite festzustellen, während die Messung um 6 Uhr abends ein deutliches Überwiegen der Westseite erkennen läßt.

Monat Juni. Bei der Morgenmessung überwiegt die Ostseite um geringes. Bei der Mittagsmessung bestehen die gleichen Verhältnisse, die Unterschiede sind etwas größer. Bei der Abendmessung überwiegen deutlich die Temperaturen der Gefäße auf der Westseite.

Tabelle IX a.
Gesamtdurchschnitte der Temperaturmessungen in 15 cm Bodentiefe in den Monaten Mai bis August (4. V bis 31. VIII. 1928) der Gefäße auf der Ostseite bei Wagen 11.

Datum	Zeit	C	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	A
Monat Mai 4. V. bis 2. VI. 30 Tage	8	8,1	8,1	8,4	8,2	8,1	8,1	8,2	8,2	8,4	8,2	8,2	8,1	8,2	8,3	8,4	8,2	8,3	8,5	8,3	8,4
	2	17,2	16,8	17,0	16,7	17,0	17,1	17,1	17,5	17,2	17,0	17,2	17,1	16,9	17,6	17,3	16,9	17,1	17,2	17,1	17,1
	6	17,2	16,7	17,0	16,8	16,8	16,9	17,1	17,4	17,3	17,0	17,2	17,1	17,0	17,5	17,4	17,3	17,2	17,4	17,2	17,5
Monat Juni 2. VI. bis 30. VI. 28 Tage	8	13,1	13,0	13,2	13,0	13,0	13,0	13,1	13,2	13,3	13,1	13,1	13,3	13,1	13,3	13,5	13,2	13,0	13,7	13,6	14,0
	2	22,3	21,2	21,3	20,9	21,0	20,9	21,3	21,4	21,3	21,0	21,1	21,0	21,1	21,3	21,3	20,9	21,1	21,4	21,3	21,7
	6	22,0	21,4	21,5	21,2	21,4	21,4	21,7	21,7	21,6	21,4	21,6	21,5	21,6	21,7	21,8	21,3	21,7	21,8	21,6	21,9
Monat Juli 1. VII. bis 28. VII. 28 Tage	8	16,1	16,1	16,3	16,0	16,0	15,9	16,2	16,3	16,4	16,1	16,3	16,1	16,2	16,4	16,5	16,0	16,5	16,6	16,6	17,2
	2	29,7	27,8	27,7	27,2	27,3	27,0	27,3	27,4	27,3	27,1	27,1	27,0	27,1	27,2	27,2	26,9	27,1	27,7	27,4	28,2
	6	29,0	28,0	27,7	27,4	27,3	27,5	27,8	27,7	27,6	27,4	27,4	27,5	27,5	27,7	27,1	27,3	27,6	27,8	27,8	28,2
Monat August 29. VII. bis 31. VIII. 34 Tage	8	14,9	14,8	15,2	14,9	14,9	15,0	15,2	15,2	15,3	15,1	15,2	15,3	15,2	15,3	15,4	15,1	15,3	15,4	15,2	15,5
	2	23,4	22,8	23,0	22,7	22,9	22,7	23,0	23,1	23,0	22,7	22,7	22,6	22,6	22,6	22,6	22,1	22,5	22,7	22,4	22,9
	6	24,4	23,9	24,1	23,7	23,9	23,9	24,2	24,2	24,1	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	24,0	23,5	23,7	23,9	23,6	23,9
Durchschnitt von 120 Tagen	8	13,0	13,0	13,3	13,0	13,0	13,0	13,2	13,2	13,3	13,1	13,2	13,2	13,2	13,3	13,4	13,1	13,3	13,5	13,4	13,8
	2	23,1	22,1	22,2	21,9	22,0	21,9	22,3	22,3	22,2	21,9	22,1	21,9	21,9	22,2	22,1	21,7	21,9	22,2	22,2	22,5
	6	23,1	22,6	22,6	22,3	22,3	22,4	22,7	22,6	22,6	22,4	22,5	22,5	22,5	22,7	22,6	22,3	22,5	22,7	22,5	22,9

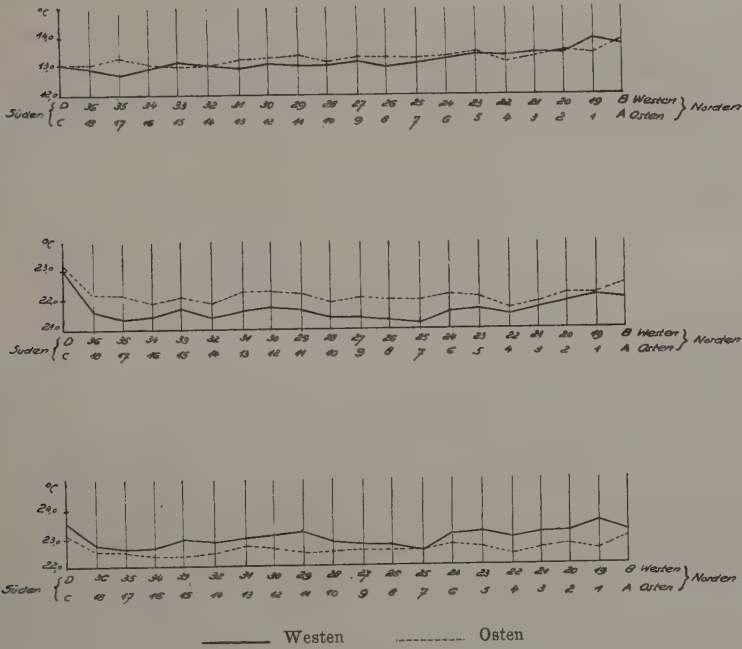
Tabelle IX b.

Gesamtdurchschnitte der Temperaturmessungen in 15 cm Bodentiefe in den Monaten Mai bis August (4. V. bis 31. VIII. 1928) der Gefäße auf der Westseite bei Wagen 11.

Datum	Zahl	D	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	B
Monat Mai 4. V. bis 2. VI. 30 Tage	8	8,2	8,1	7,9	7,1	8,3	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,1	8,0	8,3	8,2	8,3	8,2	8,3	8,7	8,4
	2	17,4	16,6	16,5	16,7	17,1	16,8	17,0	17,2	17,0	16,9	16,8	16,6	16,8	17,5	17,3	17,1	17,5	17,2	17,6	17,3
	6	17,5	16,9	16,8	17,1	17,2	17,3	17,5	17,7	17,7	17,4	17,0	17,2	17,3	17,7	17,7	17,6	17,5	17,8	18,1	17,6
Monat Juni 2. VI. bis 30. VI. 28 Tage	8	13,0	12,8	12,6	12,8	12,9	12,8	12,8	12,8	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	13,0	13,1	13,2	13,2	13,4	13,8	13,8
	2	22,2	20,7	20,3	20,4	20,7	20,4	20,5	20,6	20,6	20,4	20,4	20,3	20,2	20,3	20,3	20,6	20,6	20,9	21,1	20,9
	6	22,8	21,8	21,7	21,8	22,2	22,0	22,1	22,3	22,2	22,0	22,0	22,0	21,9	22,5	22,4	22,3	22,3	22,4	22,8	22,4
Monat Juli 1. VII. bis 28. VII. 28 Tage	8	16,0	15,9	15,6	15,8	16,0	16,1	16,0	16,0	16,1	16,0	16,1	15,9	15,9	16,3	16,6	16,4	16,5	16,6	17,0	17,1
	2	29,2	26,8	26,4	26,1	26,5	26,1	26,4	26,4	26,4	26,1	26,0	26,1	25,8	26,4	26,3	26,2	26,4	26,7	27,0	27,0
	6	29,2	28,3	28,0	27,9	28,4	28,0	28,2	28,3	28,5	27,9	27,9	27,9	27,6	28,4	28,3	28,2	28,3	28,5	28,8	28,4
Monat August 29. VII. bis 31. VIII. 34 Tage	8	14,9	14,7	14,6	14,8	15,1	15,0	14,9	15,4	15,1	15,0	15,2	15,0	15,1	15,3	15,4	15,3	15,3	15,5	15,7	15,5
	2	23,4	22,5	22,2	22,4	22,7	22,4	22,5	22,6	22,7	22,3	22,4	22,3	22,0	22,4	22,5	22,3	22,2	22,3	22,8	22,6
	6	24,5	23,9	23,6	23,9	24,3	24,1	24,1	24,2	24,4	24,1	24,1	23,9	23,8	24,0	24,4	24,0	24,2	24,1	24,4	24,1
Durchschnitt von 120 Tagen	8	13,0	12,9	12,7	12,9	13,1	13,0	12,9	13,0	13,0	13,0	13,1	12,9	13,1	13,2	13,4	13,3	13,3	13,4	13,8	13,7
	2	23,0	21,7	21,3	21,4	21,7	21,4	21,6	21,7	21,7	21,4	21,4	21,3	21,2	21,6	21,7	21,5	21,7	21,8	22,1	21,9
	6	23,5	22,7	22,5	22,7	23,0	22,8	23,0	23,1	23,2	22,8	22,8	22,7	22,6	23,1	23,2	23,0	23,1	23,2	23,5	23,1

Monat Juli. Morgenmessung und Mittagsmessung ergaben ein Überwiegen der Gefäßtemperaturen auf der Ostseite, die Unterschiede bei der Mittagsmessung sind größer. Die Abendmessung zeigte, daß die Temperaturen der Gefäße auf der Westseite jene der Gefäße auf der Ostseite um geringes übertreffen.

Monat August. Die Unterschiede bei der Morgenmessung sind fast bedeutungslos, bei der Mittagsmessung ist ein geringes



Überwiegen der Ostseite festzustellen. Die Abendmessung brachte ungleichheitliche Verhältnisse, auf der Westseite war bei einem Großteil der Gefäße die Bodentemperatur höher als in den Gefäßen auf der Ostseite.

Gesamtdurchschnitte in den Monaten Mai bis August: Bei der Morgenmessung sind außerordentlich geringe Unterschiede festzustellen. Die größere Anzahl der Gefäße auf der Ostseite hat eine etwas höhere Temperatur als die entsprechenden Gefäße auf der Westseite. Bei der Mittagsmessung ist die Temperatur sämt-

licher Gefäße auf der Ostseite um geringes höher als jene der Gefäße auf der Westseite. Bei der Abendmessung ist das Umgekehrte der Fall.

Die Betrachtung der Temperaturen der Randgefäße läßt ähnliche Schlußfolgerungen wie bei Wagen 10 zu. Auch hier wiesen die Randgefäße auf der Südseite des Wagens eine wesentlich höhere Temperatur, besonders bei der Mittagsmessung, als die übrigen Versuchsgefäße auf. Diese Verhältnisse treten besonders deutlich in den Monaten Juni und Juli zutage. Die Randgefäße auf der Nordseite zeigen durchweg das gleiche Verhalten wie die übrigen Versuchsgefäße.

Festgehalten muß hier noch werden, daß die absoluten Unterschiede der Bodentemperaturen der Gefäße auf der Ostseite gegenüber den Gefäßen auf der Westseite und umgekehrt fast durchweg außerordentlich gering waren. Eine Ausnahme machen nur die Ergebnisse der Messungen im Monat Juli bei der Mittagsmessung.

Tabelle X.

Gesamtdurchschnitte der Messungen der Bodentemperatur je Gefäß in 15 cm Tiefe in den Monaten Mai bis August (29. IV. bis 31. VIII. 1928) bei Wagen 11.

Anordnung der Düngungsarten bzw. Sätze:

Norden R. A, B; I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX; R. C, D Süden

Zeit der Messungen:

a) 8 Uhr vormittags, b) 2 Uhr nachmittags, c) 6 Uhr abends.

Sätze	a)			b)			c)		
	°C	m	m %	°C	m	m %	°C	m	m %
R.	13,8	—	—	23,2	—	—	23,0	—	—
I	13,5	± 0,10	0,74	22,1	± 0,10	0,45	23,0	± 0,23	1,00
II	13,3	± 0,06	0,45	21,7	± 0,08	0,37	22,7	± 0,19	0,84
III	13,3	± 0,05	0,38	21,9	± 0,15	0,68	22,9	± 0,15	0,66
IV	13,1	± 0,07	0,53	21,6	± 0,19	0,88	22,6	± 0,05	0,22
V	13,1	± 0,04	0,31	21,7	± 0,18	0,83	22,7	± 0,14	0,62
VI	13,1	± 0,08	0,61	22,0	± 0,16	0,73	22,9	± 0,16	0,70
VII	13,0	± 0,07	0,54	21,8	± 0,20	0,92	22,7	± 0,13	0,57
VIII	13,0	± 0,04	0,30	21,8	± 0,14	0,64	22,6	± 0,17	0,75
IX	13,0	± 0,13	1,00	21,8	± 0,21	0,96	22,6	± 0,05	0,22
R.	13,0	—	—	23,1	—	—	23,3	—	—

Tabelle XI.

Durchschnitte von m und $m\%$ der Messungen der Bodentemperaturen je Gefäß bei Versuch auf Wagen 11.

Beobachtungs- zeit	Messung 8 Uhr vormittags		Messung 2 Uhr nachmittags		Messung 6 Uhr nachmittags	
	m	$m\%$	m	$m\%$	m	$m\%$
Mai	0,07	0,85	0,10	0,59	0,12	0,70
Juni	0,09	0,65	0,19	0,90	0,18	0,83
Juli	0,09	0,55	0,27	1,01	0,20	0,71
August	0,07	0,48	0,12	0,52	0,09	0,44
Gesamt- durchschnitt	0,07	0,54	0,16	0,72	0,14	0,62

Während bei Wagen 10 die Berechnung der mittleren Temperaturen von je 4 Gefäßen einer Düngungsart und die daran anschließende Ermittlung des mittleren Fehlers sowie des mittleren Fehlers in Prozenten als Genauigkeitsmaß nicht möglich war, wurde diese Berechnung bei dem Versuch auf Wagen 11 vollständig durchgeführt. Die Gesamtdurchschnitte sind in Tabelle X aufgeführt. In nachfolgender Tabelle XI sind die Durchschnitte der mittleren Fehler (m) sowie des mittleren Fehlers in Prozenten ($m\%$) zusammengestellt.

Befund:

Bei beiden Versuchen war die Bodentemperatur der Gefäße auf der Ostseite bei der Messung um 8 Uhr morgens und 2 Uhr nachmittags durchweg etwas höher als die der Gefäße auf der Westseite. Die Messung um 6 Uhr nachmittags ergab ein Überwiegen der Bodentemperatur der auf der Westseite angeordneten Gefäße. Die Randgefäße auf der Südseite zeigten eine stärkere Erwärmung als die benachbarten Gefäße, während bei den nördlichen Randgefäßen ein solches Verhalten nicht beobachtet werden konnte. Die absoluten Unterschiede der Bodentemperatur innerhalb der 4 Gefäße einer Düngungsart waren durchweg sehr gering. Die aus den Einzelzahlen errechneten Mittelwerte je Düngungsart zeigen außerordentlich niedrige mittlere Fehler (m). Die hieraus errechneten Fehlerprocente ($m\%$) lassen den Schluß zu, daß eine nachteilige Einwirkung der hier geübten Aufstellungsart der Gefäße auf die Gestaltung der Bodentemperatur nicht vorhanden ist.

2. Wasserverbrauch der Pflanzen in den einzelnen Gefäßen.

Die Feststellung des absoluten Wasserverbrauches in cem je Gefäß erfolgte mittels der bereits beschriebenen Apparatur täglich meist einmal und zwar 2 Uhr nachmittags.

Messungen des absoluten Wasserverbrauchs bei Wagen 10.

Die Messungen begannen am 21. V. 1928 und wurden am 16. VII. 1928 abgeschlossen.

An Hand der Messungsergebnisse in den einzelnen Versuchsmonaten läßt sich festhalten, daß der Wasserverbrauch im Monat Mai, entsprechend dem Pflanzenwachstum in den einzelnen Gefäßen, in der Gesamtheit des Versuches genommen, als ziemlich gleichmäßig zu verzeichnen ist. Unterschiede im Wasserverbrauch der Gefäße auf der Westseite gegenüber jenen auf der Ostseite lassen sich in einwandfreier Weise nicht feststellen. Ein hierin etwas abweichendes Verhalten zeigten die auf der Ostseite angeordneten Gefäße 3 und 4, sowie 14 und 15.

Im Monat Juni läßt sich gleichfalls eine gewisse Anpassung des täglichen Wasserverbrauches in den vier Gefäßen einer Düngungsart untereinander feststellen, jedoch sind die Unterschiede größer als im Monat Mai. Der Vergleich des Wasserverbrauchs der Gefäße auf der Ost- bzw. Westseite läßt sich hier ebenfalls in etwas eindeutigerer Form ziehen, mit dem Endergebnis, daß der Wasserverbrauch der Gefäße auf der Ostseite bei der Mehrzahl dieser Gefäße größer war als der Wasserbedarf der Gefäße auf der Westseite.

Ein völlig uneinheitliches Bild zeigt der Verlauf der Durchschnittskurven über den Wasserverbrauch im Monat Juli. Irgendwelche Überlegenheit der Ost- bzw. Westseite kann hieraus nicht abgelesen werden. Als besonders auffällig ist das stark abweichende Verhalten der Gefäße 3 und 4 auf der Ostseite, sowie der Gefäße 27 und 28 auf der Westseite gegenüber den der gleichen Düngungsart angehörigen Gefäßen festzustellen.

Der Gesamtdurchschnitt, der die Monate Mai bis Juli umfaßt (Abb. 12), zeigt ein wesentlich gleichmäßigeres Bild. Es besteht eine gewisse Übereinstimmung im Wasserverbrauch innerhalb der vier Gefäße einer Düngungsart. Aus dieser Regelmäßigkeit fallen die Gefäße 3 und 4 auf der Ostseite wiederum heraus.

Was das Verhalten der Randgefäße anlangt, so ist hier festzuhalten, daß sowohl die Randgefäße auf der Nordseite als auch die Randgefäße auf der Südseite in den meisten Fällen mehr Wasser benötigten als die an sie angrenzenden in gleicher Weise

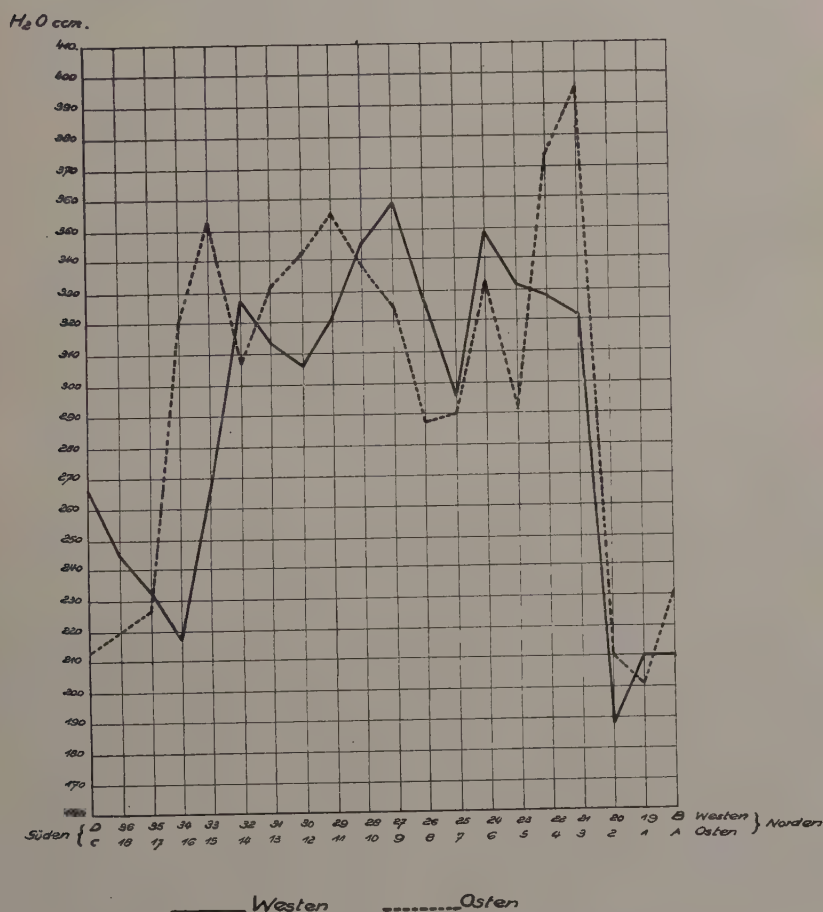


Tabelle XII.

Durchschnitte des täglichen Wasserverbrauches in cem je Gefäß in den einzelnen Versuchsmonaten bei Wagen 10.

Anordnung der Düngungsarten bezw. Sätze:

Norden R. A, B; I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX; R. C, D Süden.

Mai (13 Tage)				Juni (28 Tage)				Juli (16 Tage)				Gesamtdurchschnitt (57 Tage)			
Sätze	cem	m	m %	Sätze	cem	m	m %	Sätze	cem	m	m %	Sätze	cem	m	m %
R.	73,50	—	—	R.	263,80	—	—	R.	265,00	—	—	R.	220,70	—	—
I	74,81	3,42	4,57	I	234,76	4,68	1,99	I	248,59	10,72	4,31	I	202,15	5,10	2,52
II	232,12	9,14	3,94	II	413,48	10,33	2,50	II	350,00	39,54	11,30	II	329,30	37,31	11,33
III	181,73	10,06	5,54	III	377,41	16,73	4,43	III	352,97	7,87	2,23	III	325,88	12,18	3,74
IV	177,69	12,11	6,81	IV	363,04	6,36	1,75	IV	263,69	28,73	10,90	IV	299,85	9,03	3,01
V	199,81	4,60	2,30	V	410,09	4,22	1,03	V	335,63	29,71	8,85	V	341,20	7,32	2,11
VI	208,08	8,05	3,87	VI	373,57	16,50	4,42	VI	358,13	18,59	5,16	VI	330,92	11,00	3,32
VII	197,50	5,45	2,75	VII	377,45	4,37	1,10	VII	316,72	20,41	6,44	VII	319,55	5,81	1,82
VIII	199,62	9,88	4,95	VIII	392,66	21,27	5,40	VIII	267,99	21,12	7,88	VIII	314,10	14,47	4,61
IX	94,43	7,22	7,65	IX	298,55	6,16	2,06	IX	232,80	10,03	4,31	IX	231,40	5,31	2,29
R.	93,80	—	—	R.	276,90	—	—	R.	269,00	—	—	R.	239,50	—	—

rechnung sind in Tabelle XII niedergelegt. Die durchschnittliche Genauigkeit des Wasserverbrauches je Gefäß sämtlicher Düngungsarten des ganzen Wagens zeigt Tabelle XIII.

Tabelle XIII. Durchschnittliche Genauigkeit des Wasserverbrauches sämtlicher Durchschnitte der Düngungsarten in den einzelnen Versuchsmonaten bei Wagen 10.

Monat	Genauigkeit	
	m	m %
Mai (13 Tage)	7,77	4,71
Juni (28 Tage)	10,07	2,74
Juli (16 Tage)	20,74	6,82
Gesamtdurchschnitt (57 Tage)	11,94	3,86

Messungen des absoluten Wasserverbrauchs bei Wagen 11.

Die Bestimmungen des absoluten Wasserverbrauches erfolgten bei diesem Versuch in der gleichen Weise wie bei dem Versuch auf Wagen 10. Die Messungen begannen am 9. V. 1928 und wurden am 2. VIII. 1928 abgeschlossen. Die Messungsergebnisse ergeben für die einzelnen Versuchsmonate folgendes Bild.

Im Monat Mai ist der Wasserverbrauch sämtlicher 40 Gefäße als ziemlich gleichmäßig zu bezeichnen. Die Unterschiede innerhalb der 4 Gefäße einer Düngungsart erscheinen gering, der Wasserverbrauch der Gefäße auf der Westseite war in der Mehrzahl der Fälle größer als der der Gefäße auf der Ostseite.

Die Messungen des durchschnittlichen Wasserverbrauches im Monat Juni lassen erkennen, daß der Wasserbedarf der einzelnen Gefäße innerhalb der einzelnen Düngungsarten sehr verschieden war. Gleichfalls größere Unterschiede bestehen im Wasserverbrauch der Gefäße auf der Ost- und Westseite, in der Mehrzahl der Fälle beanspruchten die auf der Westseite des Wagens befindlichen Gefäße mehr Wasser als die entsprechenden Gefäße auf der Ostseite.

Im Monat Juli zeigen sich die eben geschilderten Verschiedenheiten bei sämtlichen Gefäßen, jedoch gleichheitlich über den ganzen Versuch verteilt. Es bestehen sowohl ziemliche Abweichungen innerhalb der 4 Gefäße einer Düngungsart als auch zwischen den Gefäßen auf der Ost- und Westseite. Der Wasserverbrauch der

Gefäße auf der Westseite war in der Mehrzahl der Fälle größer als jener der Gefäße auf der Ostseite.

Im Monat August waren die Unterschiede des Wasserverbrauches zwischen Ost- und Westseite wesentlich geringer. Im Gesamtüberblick ergibt sich hier, daß die mehr der Südseite zu befindlichen Gefäße insgesamt mehr Wasser verbrauchten als

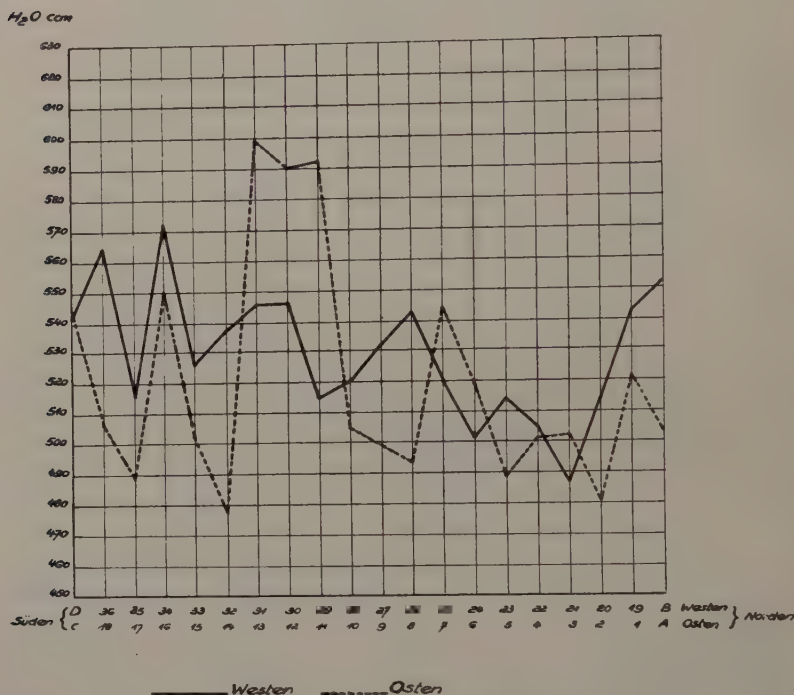


Abb. 13. Wasserverbrauch. Gesamtbild des Durchschnittes während der gesamten Versuchsdauer.

die auf der nördlichen Hälfte angeordneten Gefäße. Ein abweichendes Verhalten war bei Randgefäß D und bei Gefäß 21 auf der Westseite zu beobachten.

Das Gesamtbild des Durchschnittes während der gesamten Versuchsdauer zeigt einen etwas höheren Wasserverbrauch der auf dem südlichen Teil des Wagens angeordneten Gefäße. Die Unterschiede zwischen den Gefäßen auf der Westseite gegenüber jenen auf der Ostseite sind, im großen und ganzen genommen, als gering zu bezeichnen. Die Gefäße auf der Westseite verbrauchten in der

Mehrzahl der Fälle mehr Wasser als die entsprechenden Gefäße auf der Ostseite. Eine Ausnahme machten die Gefäße 11, 12 und 13 (Abb. 13).

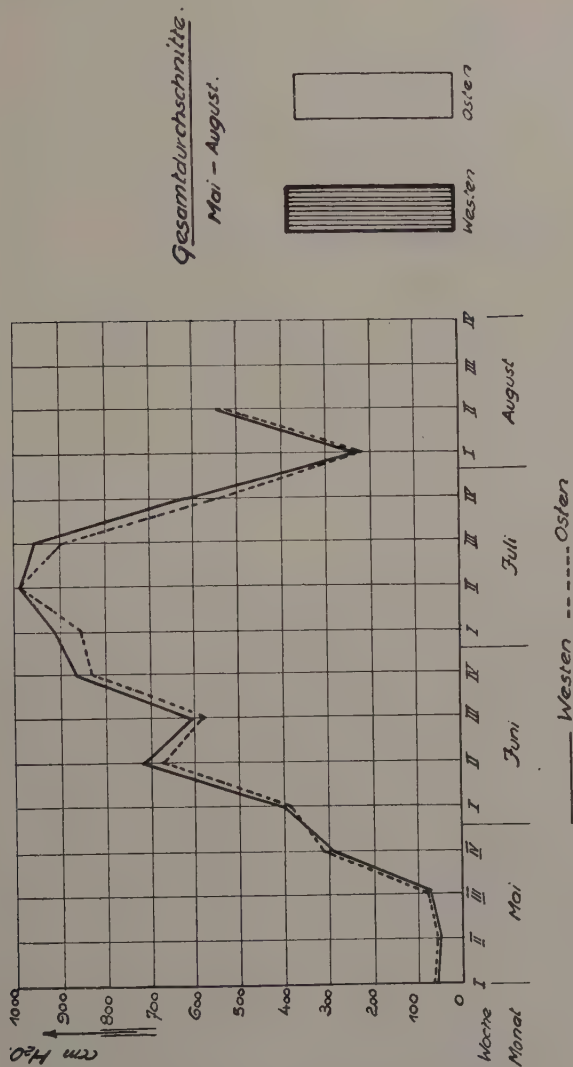


Abb. 14. Wasserverbrauch (Tabelle XIV).

Zur Ergänzung der Unterlagen für den gegenseitigen Vergleich von Ost- bzw. Westseite wurde an Hand der Einzelmessungen der durchschnittliche tägliche Wasserverbrauch in ccm je Gefäß und Woche auf der Ostseite wie auf der Westseite aus den 20 je auf

Tabelle XIV.

Durchschnitte des täglichen Wasserverbrauches in ccm je Gefäß in den einzelnen Versuchsmo­naten bei Wagen 11.

Anordnung der Düngungsarten bzw. Sätze:

Norden R. A, B; I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX; R. C, D Süden.

Mai (28 Tage)				Juni (28 Tage)				Juli (28 Tage)				August (5 Tage)				Ges. Durchschnitt (89 Tage)			
Sätze	ccm	m	m %	Sätze	ccm	m	m %	Sätze	ccm	m	m %	Sätze	ccm	m	m %	Sätze	ccm	m	m %
R.	123,90	—	—	R.	657,10	—	—	R.	846,30	—	—	R.	283,00	—	—	R.	548,40	—	—
I	125,27	8,87	7,08	I	633,04	27,44	4,33	I	831,70	22,71	2,73	I	231,50	13,55	5,85	I	514,70	13,17	2,56
II	119,56	8,38	7,01	II	614,11	11,36	1,85	II	813,57	22,55	2,77	II	209,00	25,88	12,38	II	498,50	3,84	0,77
III	123,57	4,13	3,34	III	621,25	8,13	1,31	III	823,48	19,08	2,32	III	223,00	17,92	8,04	III	505,90	6,68	1,32
IV	124,87	4,43	3,55	IV	638,04	9,44	1,48	IV	861,07	39,38	4,57	IV	255,00	17,02	6,67	IV	524,80	12,05	2,30
V	123,71	2,07	1,67	V	614,20	15,04	2,45	V	856,95	13,98	1,63	V	212,00	10,58	4,99	V	513,70	7,45	1,45
VI	126,34	7,54	5,97	VI	644,47	18,92	2,94	VI	814,02	17,36	2,13	VI	217,80	13,47	6,18	VI	510,80	12,93	2,53
VII	129,20	4,52	3,50	VII	635,27	20,16	3,17	VII	833,05	27,30	3,28	VII	207,00	9,88	4,77	VII	514,70	16,30	3,17
VIII	140,09	9,80	7,00	VIII	666,70	20,79	3,12	VIII	863,04	21,46	2,49	VIII	214,50	23,80	11,10	VIII	537,40	15,17	2,82
IX	109,64	4,69	4,28	IX	649,46	25,72	3,96	IX	854,89	30,95	3,62	IX	229,50	14,10	6,14	IX	517,80	16,54	3,19
R.	116,40	—	—	R.	721,60	—	—	R.	841,90	—	—	R.	256,00	—	—	R.	522,80	—	—

einer Wagenseite angeordneten Gefäßen und die dazugehörigen Fehler berechnet. Die Ergebnisse zeigt nachfolgende Übersicht (siehe auch Abb. 14).

Aus den dort niedergelegten Zahlenwerten ist fast durchwegs ein geringerer Mehrverbrauch an Wasser bei den Gefäßen der Westseite festzustellen. Die gegenseitigen Einzeldurchschnitte und deren m % zeigen eine sehr befriedigende Übereinstimmung.

Woche vom	Ostseite			Westseite		
	H ₂ O ccm	m	m %	H ₂ O ccm	m	m %
6. V.—12. V. 1928	60,2	4,47	7,43	59,6	5,36	8,99
13. V.—19. V. 1928	54,7	2,35	4,30	55,2	2,18	3,95
20. V.—26. V. 1928	72,1	2,09	2,90	77,1	2,57	3,33
27. V.— 2. VI. 1928	310,7	6,55	2,11	307,0	5,48	1,79
3. VI.— 9. VI. 1928	389,1	7,12	1,83	398,4	7,01	1,76
10. VI.—16. VI. 1928	676,3	12,70	1,88	714,0	10,77	1,51
17. VI.—23. VI. 1928	581,1	9,45	1,63	600,8	15,50	2,58
24. VI.—30. VI. 1928	834,4	11,15	1,34	868,6	9,36	1,08
1. VII.— 7. VII. 1928	857,0	11,28	1,32	910,5	13,87	1,52
8. VII.—14. VII. 1928	982,1	10,74	1,09	981,6	11,50	1,17
15. VII.—21. VII. 1928	899,6	12,38	1,38	950,8	20,94	2,20
22. VII.—28. VII. 1928	541,6	11,61	2,14	603,4	13,39	2,22
29. VII.— 2. VIII. 1928	221,4	7,69	3,47	221,2	8,95	4,05
Gesamtdurchschnitt 6. V.—2. VIII. 1928	508,5	14,39	2,83	527,8	5,17	0,98

Tabelle XV.

Durchschnittliche Genauigkeit des Wasserverbrauches sämtlicher Düngungsarten in den einzelnen Versuchsmonaten bei Wagen 11.

Monat	Genauigkeit	
	m	m %
Mai (28 Tage)	6,08	4,82
Juni (28 Tage)	17,44	2,73
Juli (28 Tage)	23,86	2,84
August (5 Tage)	16,24	7,35
Gesamtdurchschnitt (89 Tage)	11,57	2,23

Ebenso wie beim Versuch auf Wagen 10 wurden bei diesem Versuch die Durchschnitte des Wasserverbrauches je Gefäß einer

Düngungsart sowohl in den einzelnen Versuchsmonaten als auch im Gesamtdurchschnitt berechnet und der dazugehörige mittlere Fehler und der mittlere Fehler in Prozenten ermittelt (Tabelle XIV). Die durchschnittliche Genauigkeit des Wasserverbrauches je Gefäß sämtlicher Düngungsarten dieses Versuches ist in Tabelle XV niedergelegt.

Befund:

Die Wasserzufuhr erfolgte bei diesen Versuchen ohne Berücksichtigung des Pflanzengewichtes. Der ermittelte absolute Wasserverbrauch je Gefäß schließt nicht nur den Wasserbedarf der Pflanzen, sondern auch die Oberflächenverdunstung des Bodens mit ein. Diese Umstände, sowie die Vermehrung der Beobachtungsfehler durch das hier geübte Meßverfahren (Wiegen der Gefäße und Feststellung der verbrauchten absoluten Wassermenge) machten sich bei diesen Untersuchungen in größeren Abweichungen der Einzelergebnisse bemerkbar.

Demgemäß sind die hieraus errechneten Durchschnitte je Gefäß der einzelnen Düngungsarten mit höheren Fehlern behaftet, welche jedoch im Hinblick auf die oben geschilderten Umstände befriedigen.

Der gegenseitige Vergleich des absoluten Wasserverbrauches der Gefäße auf der Ost- bzw. Westseite läßt keine nach einer Richtung hin deutlich ausgeprägte Verhältnisse erkennen. Bei dem Versuche auf Wagen 10 mit Sommergerste war ein geringes Überwiegen des Wasserbedarfes der Gefäße auf der Ostseite zu beobachten, beim Versuche zu Sommerroggen auf Wagen 11 war der Wasserverbrauch auf der Westseite um Geringes größer.

Diese Ergebnisse genügen noch nicht, um ein abschließendes Urteil über die Gestaltung des Wasserverbrauches bei der hier geübten Aufstellungsart der Gefäße abgeben zu können. Dies ist erst möglich, wenn auch die Auswirkung auf den Ernteertrag mit berücksichtigt wird.

3. Beeinflussung der Bestockung.

Bei beiden Versuchen wurde die Anzahl der Pflanzen, sowie die Anzahl der gebildeten Achsen bei der Ernte festgestellt. Aus den Ergebnissen wurde der Bestockungsfaktor ermittelt. Der Bestockungsfaktor zeigt an, wieviel Achsen von 100 Pflanzen gebildet wurden.

Wagen 10.

Von sämtlichen Bestimmungen wurde der Durchschnitt je Gefäß einer Düngungsart errechnet und jeweils der mittlere Fehler, sowie der mittlere Fehler in Prozenten ermittelt. Die Durchschnitte dieser Berechnungen sind in Tabelle XVI niedergelegt. Hieraus ist zu entnehmen, daß der Durchschnitt des mittleren Fehlers der Pflanzenzahl bei den neun Düngungsarten 0,28, der Durchschnitt des mittleren Fehlers in Prozenten 1,78 beträgt. Bei der Achsenzahl sind die entsprechenden Werte für m 1,42, für $m\%$ 2,97. Der mittlere Fehler für den Bestockungsfaktor beträgt im Durchschnitt des ganzen Wagens 7,95, $m\%$ 2,62.

Tabelle XVI. Durchschnitte der Pflanzen- und Achsenzahl, sowie des Bestockungsfaktors je Gefäß der einzelnen Düngungsarten bei Wagen 10.

Düngungsart	Pflanzenzahl			Achsenzahl			Bestockungsfaktor auf 100 Pflanzen treffen Achsen		
	D	m	m %	D	m	m %	D	m	m %
I	15	0,41	2,73	29	0,77	2,66	199	6,89	3,41
II	15	0,41	2,73	53	1,61	3,04	353	13,58	3,85
III	16	0,29	1,81	49	1,61	3,29	313	8,72	3,79
IV	16	—	—	49	0,87	1,77	307	4,49	1,46
V	16	0,29	1,81	51	1,47	2,88	325	11,73	3,61
VI	15	0,50	3,33	52	1,76	3,38	351	2,96	0,84
VII	16	—	—	50	1,55	3,10	311	9,76	3,14
VIII	16	0,29	1,81	53	2,42	4,57	333	10,76	3,23
IX	16	0,29	1,81	34	0,70	2,06	213	2,66	1,25
Durchschnitt von m und $m\%$	—	0,28	1,78	—	1,42	2,97	—	7,95	2,62

Wagen 11.

Bei diesem Versuche wurden die gleichen Bestimmungen vorgenommen. Die Durchschnitte samt Fehlerberechnung sind in Tabelle XVII niedergelegt.

Aus dieser Tabelle ist zu entnehmen, daß der mittlere Fehler der Pflanzenzahl 0,44, der mittlere Fehler in Prozenten 3,17 betrug. Die Unterschiede in der Achsenzahl zwischen den einzelnen gleich gedüngten Gefäßen schwankten innerhalb bescheidener Grenzen. Der mittlere Fehler belief sich hier auf 0,92, $m\%$ auf

1,98. Hinsichtlich des Bestockungsfaktors zeigen die Düngungsarten II, III, IV, V, VI, VII und IX befriedigende Übereinstimmung, der Durchschnitt des Bestockungsfaktors bei Düngungsart VIII liegt auffällig hoch, während jener vom Satz I am niedrigsten ist. Der Durchschnitt von m sämtlicher Düngungsarten beträgt 12,65, von $m^0\%$ 3,68.

Tabelle XVII. Durchschnitte der Pflanzen- und Achsenzahl, sowie des Bestockungsfaktors je Gefäß der einzelnen Düngungsarten bei Wagen 11.

Düngungsart	Pflanzenzahl			Achsenzahl			Bestockungsfaktor auf 100 Pflanzen treffen Achsen		
	D	m	m %	D	m	m %	D	m	m %
I	14	0,58	4,14	44	0,38	0,45	327	13,55	4,14
II	13	0,50	3,85	45	0,64	1,42	339	16,67	4,92
III	14	0,58	4,14	48	0,71	1,48	355	13,21	3,72
IV	13	—	—	45	1,42	3,16	346	11,32	3,27
V	14	0,58	4,14	45	1,03	2,29	333	16,66	5,03
VI	14	0,41	2,93	47	1,01	2,15	348	5,20	1,49
VII	14	0,41	2,93	46	1,02	2,22	341	11,28	3,81
VIII	13	0,29	2,23	49	1,07	2,18	367	13,16	3,59
IX	14	0,58	4,14	46	1,01	2,20	344	12,87	3,72
Durchschnitt von m und $m^0\%$	—	0,44	3,17	—	0,92	1,98	—	12,65	3,68

Befund:

Die Einzelwerte des Bestockungsfaktors je Gefäß zeigen untereinander befriedigende Übereinstimmung. Die Unterschiede zwischen den Gefäßen der Ost- und Westseite sind nach keiner Seite hin scharf ausgeprägt.

Die Durchschnitte je Gefäß einer Düngungsart weisen niedrige mittlere Fehler auf. Auf Grund dieser Feststellungen kann auf eine nachteilige Beeinflussung dieser Verhältnisse durch die Aufstellungsart der Gefäße nicht geschlossen werden.

4. Beeinflussung des Längenwachstums der Pflanzen.

Bei beiden Versuchen wurde die gesamte Pflanzenlänge, sowie die Halmlänge durch Messung absolut festgestellt, die Ährenlänge durch Subtraktion der Werte bestimmt. Die Messungen wurden

bei sämtlichen Gefäßen durchgeführt und hieraus die Durchschnitte je Gefäß der einzelnen Düngungsarten berechnet.

Wagen 10.

Die Durchschnitte, sowie die Ergebnisse der Fehlerberechnung sind in Tabelle XVIII niedergelegt. Der Durchschnitt des mittleren Fehlers der Pflanzenlänge bei sämtlichen Düngungsarten dieses Wagens beträgt 0,88, der Durchschnitt des mittleren Fehlers in Prozenten des dazugehörigen Wertes 1,51. Die entsprechenden Werte für die Halmlänge sind hier 0,87 bzw. 1,64. Bei der Berechnung der Ährenlänge wurde für m im Durchschnitt sämtlicher Düngungsarten 0,23, für m% 3,57 ermittelt.

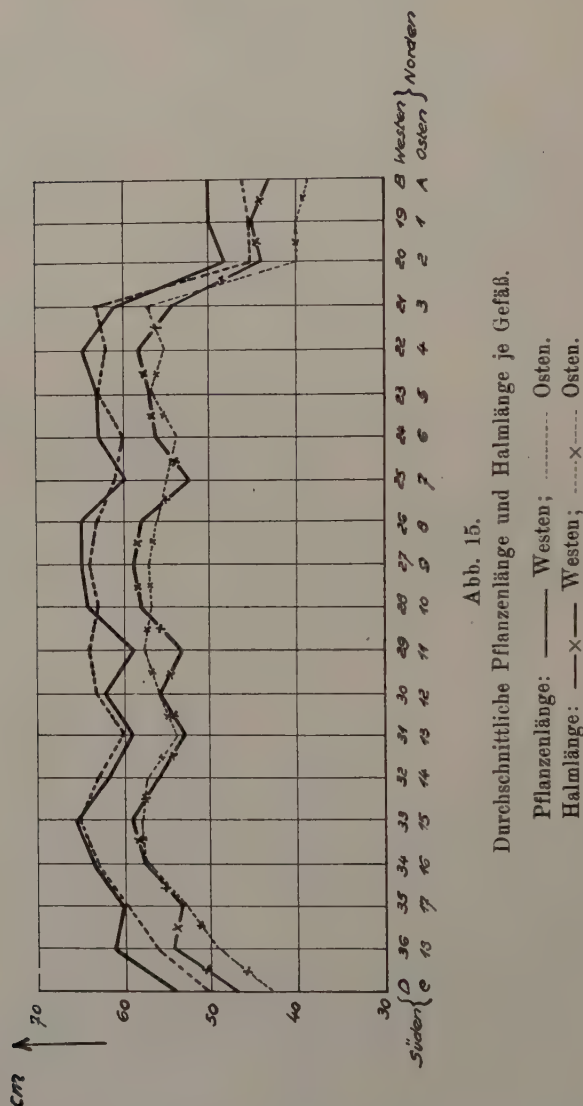
Tabelle XVIII.

Durchschnitte der Pflanzenlänge, Halmlänge und Ährenlänge je Gefäß der einzelnen Düngungsarten bei Wagen 10.

Düngungsart	Pflanzenlänge			Halmlänge			Ährenlänge		
	D cm	m	m %	D cm	m	m %	D cm	m	m %
I	47,3	1,31	2,77	42,3	1,16	2,74	5,0	0,29	5,80
II	62,8	0,78	1,24	56,3	0,68	1,21	6,5	0,13	2,00
III	62,5	0,82	1,31	55,9	0,82	1,47	6,6	0,21	3,18
IV	62,3	1,03	1,65	55,5	1,23	2,22	6,9	0,31	4,49
V	63,8	0,40	0,63	57,7	0,37	0,64	6,1	0,33	5,41
VI	62,0	1,07	1,73	55,8	1,02	1,83	6,2	0,20	3,23
VII	61,1	0,91	1,49	54,8	0,86	1,57	6,3	0,12	1,90
VIII	64,8	0,61	0,95	57,7	0,56	0,97	6,2	0,26	4,19
IX	59,0	1,07	1,81	52,4	1,11	2,12	6,6	0,19	2,88
Durchschnitt von m und m %	—	0,88	1,51	—	0,87	1,64	—	0,23	3,57

Die in Abb. 15 niedergelegte graphische Darstellung der durchschnittlichen Pflanzenlänge und Halmlänge sämtlicher Gefäße dieses Versuches zeigt eine sehr befriedigende Übereinstimmung in der Gestaltung dieser Wachstumsvorgänge bei den jeweils zu einer Düngungsart gehörenden 4 Gefäßen. Der Vergleich der je Gefäß erhaltenen Werte auf der Westseite mit den entsprechenden Werten auf der Ostseite ergab, daß hinsichtlich der Pflanzenlänge die Westseite in 60%, hinsichtlich der Halmlänge

in 70% der möglichen Fälle höhere Werte aufweist. Hinsichtlich der Ährenlänge zeigten 45% der Gefäße auf der Westseite höhere Werte.



Die von mancher Seite ausgesprochene Behauptung (29), daß sich bei verschiedenen Düngungsarten eine Beeinflussung des Längenwachstums der Pflanzen der einzelnen Düngungsarten in

der Weise äußere, daß die höher stehenden Düngungsarten die Pflanzen der benachbarten Gefäße in ihrer Entwicklung hindern, kann an Hand der vorliegenden Ergebnisse nicht voll bestätigt werden. Aus der graphischen Darstellung ist zwar zu entnehmen, daß in einigen Fällen diese Verhältnisse eingetreten sind — als Beispiel sei auf die Ergebnisse bei Gefäß 33 und 15, sowie bei den sich in nördlicher Richtung anschließenden Gefäßen bis zu den Gefäßen 11 und 29 hingewiesen — eine allgemeine Gültigkeit dieser Annahme aber nicht gegeben ist.

Die Pflanzenlänge der Randgefäße auf der Südseite war durchwegs niedriger als jene der benachbarten und in gleicher Weise gedüngten Gefäße. Die Randgefäße auf der Nordseite sind hinsichtlich ihrer Pflanzenlänge den ihnen benachbarten und gleichartig gedüngten Gefäßen praktisch gleichzusetzen.

Wagen 11.

Von sämtlichen Bestimmungen wurde der Durchschnitt je Gefäß der einzelnen Düngungsarten bestimmt und anschließend daran der Fehlerberechnung unterworfen. Die Ergebnisse hieraus sind in Tabelle XIX niedergelegt. Die hierbei erzielte Genauigkeit beträgt im Durchschnitt des ganzen Wagens für die Pflanzenlänge $m = 0,97$ und $m\% = 0,75$, für die Halmlänge $m = 1,03$, $m\% = 0,85$ und für die Ährenlänge $m = 0,35$, $m\% = 5,19$.

Tabelle XIX.

Durchschnitte der Pflanzenlänge, Halmlänge und Ährenlänge je Gefäß der einzelnen Düngungsarten bei Wagen 11.

Düngungsart	Pflanzenlänge			Halmlänge			Ährenlänge		
	D cm	m	m %	D cm	m	m %	D cm	m	m %
I	127,1	1,02	0,80	119,8	1,47	1,23	7,3	0,54	7,40
II	126,6	0,44	0,35	119,4	0,57	0,48	7,1	0,64	9,01
III	128,3	1,22	0,95	121,7	1,11	0,91	6,6	0,23	3,48
IV	129,2	0,45	0,35	122,3	0,77	0,63	6,9	0,25	5,07
V	128,6	0,85	0,66	121,7	0,53	0,44	6,9	0,32	4,64
VI	127,1	0,50	0,39	120,9	0,50	0,41	6,3	0,53	8,41
VII	127,8	2,02	1,58	120,8	2,02	1,67	7,0	0,03	0,43
VIII	128,5	1,46	1,14	121,6	1,46	1,20	6,9	0,33	4,78
IX	130,0	0,73	0,56	123,2	0,81	0,66	6,8	0,24	3,53
Durchschnitt von m und m %	—	0,97	0,75	—	1,03	0,85	—	0,35	5,19

Da bei diesem Versuche sämtliche Gefäße gleichheitlich abgedüngt waren, müßte theoretisch eine völlig gleiche Beeinflussung des Pflanzenwachstums stattgefunden haben. Praktisch würde sich dies darin zu äußern haben, daß die absoluten Unterschiede innerhalb der einzelnen Düngungsarten außerordentlich gering und deren mittlere Fehler gleichfalls außerordentlich niedrig sein müßten. Diese Erwartungen wurden hinsichtlich der Pflanzen- und Halmlänge durchaus erfüllt. Hinsichtlich der Ährenlänge waren zwar, absolut genommen, gleichfalls niedrige Schwankungen innerhalb der einzelnen Düngungsarten festzustellen. Ebenso sind die mittleren Fehler als außerordentlich niedrig zu bezeichnen. Der mittlere Fehler in Prozenten ist jedoch verhältnismäßig hoch. Der Grund hierfür ist in der Abhängigkeit von m% von der Höhe des Mittel-ertrages zu suchen, eine Eigenschaft, auf die später noch zurück-zukommen sein wird.

Bei diesem Versuche ermöglicht die Art der Versuchsanstellung auch die Prüfung des Einflusses der Aufstellungsart der Gefäße in der Süd-Nordrichtung. Für diese Betrachtung wurden jeweils die Durchschnitte der je Gefäß erzielten Werte von Düngungsart I am Nordende des Wagens gleich 100 gesetzt und die Werte der übrigen Düngungsarten dazu in Beziehung gebracht.

Düngungsart	Pflanzenlänge	Halmlänge	Ährenlänge
Norden			
I	100,00	100,00	100,00
II	96,61	99,67	97,26
III	100,94	101,58	90,41
IV	101,64	102,09	94,52
V	101,18	101,59	94,52
VI	100,00	100,92	86,30
VII	100,55	100,83	95,83
VIII	101,10	101,50	94,52
IX	102,28	102,84	93,15
Süden			

Die Unterschiede zwischen den Durchschnitten der Düngungsarten I mit VIII sind außerordentlich gering, dagegen steht sowohl hinsichtlich der Pflanzenlänge wie auch der Halmlänge die am südlichsten befindliche Düngungsart IX durchwegs an der Spitze. Die Prüfung der Durchschnitte der Ährenlänge auf eine solche

Beeinflussung ergibt ein uneinheitliches Bild und läßt keine klaren Schlußfolgerungen zu.

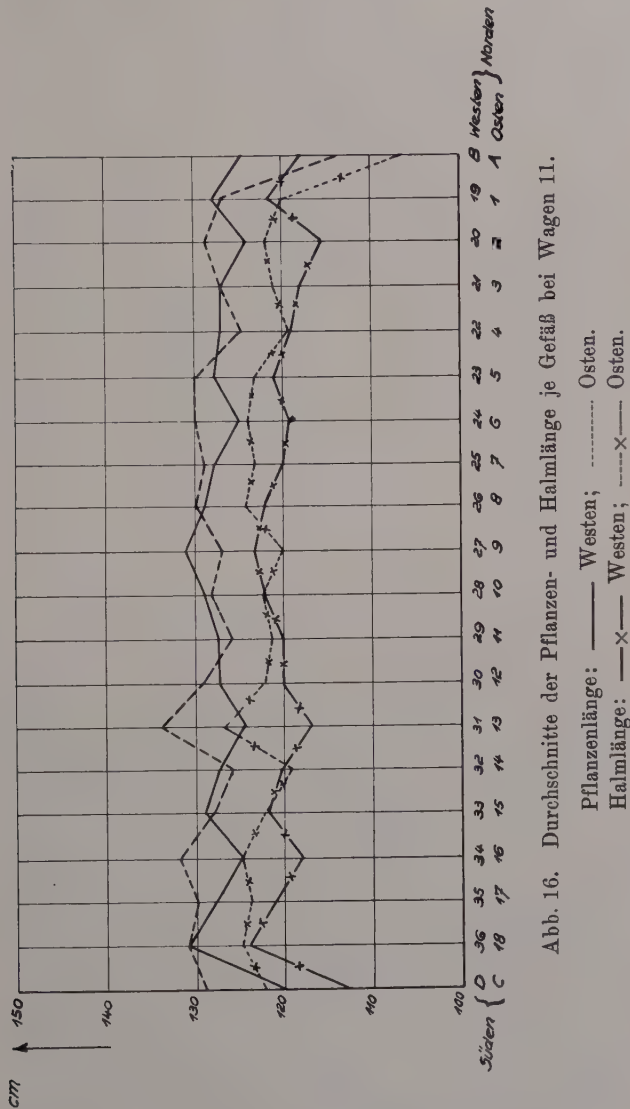
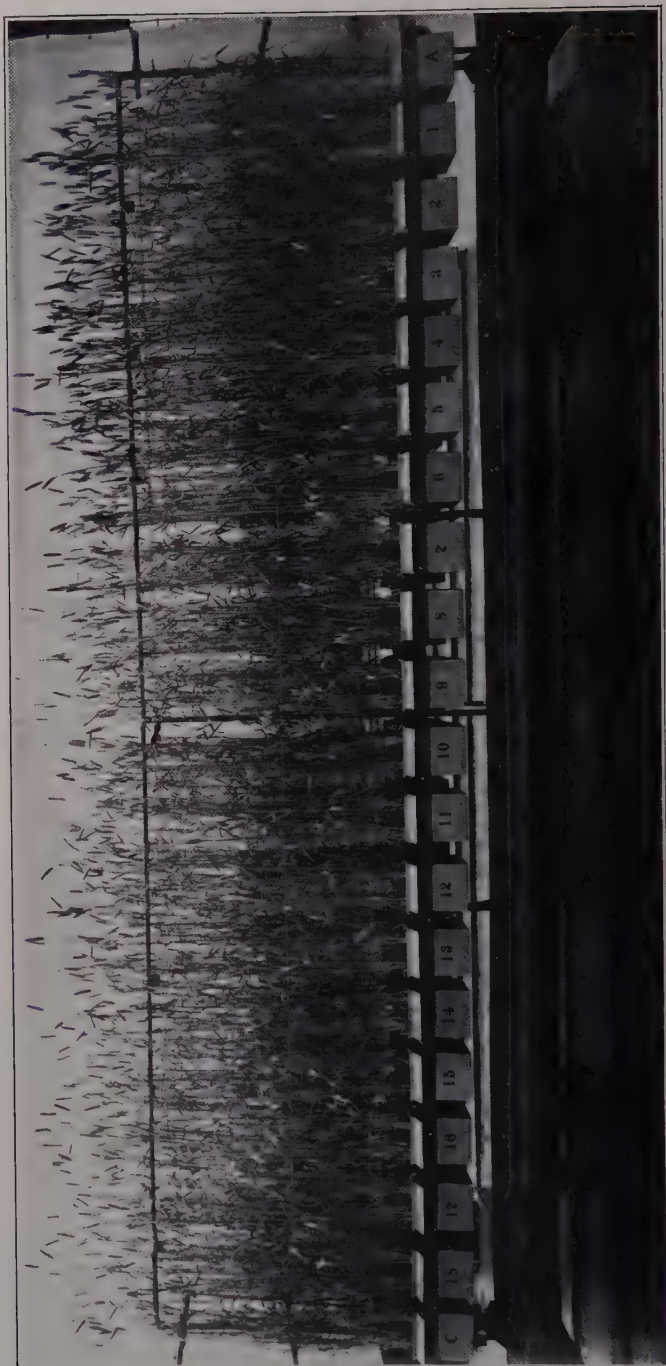


Abb. 16. Durchschnitte der Pflanzen- und Halmhöhe je Gefäß bei Wagen 11.

In Abb. 16 sind die Durchschnitte der Pflanzen- und Halmhöhe je Gefäß des ganzen Versuches graphisch dargestellt. Diese Darstellung bestätigt die oben angeführten Ergebnisse. Der Vergleich zwischen Ost- und Westseite zeigt, daß die Pflanzenlänge



Norden

Abb. 17. Wagen 11, Ostseite.

Süden



Abb. 18. Wagen 11, Westseite.

Süden

Norden

der Gefäße auf der Ostseite in 55% der Fälle, die Halmlänge auf der gleichen Seite in 65% der Fälle größer war als auf der Westseite. Die Ährenlänge war in 15% der Fälle höher als auf der Westseite. Zur Ergänzung dieser Feststellung dienen noch die photographischen Aufnahmen von Ost- und Westseite dieses Versuches bei fortgeschrittener Entwicklung des Pflanzenbestandes (Abb. 17 und 18).

Befund:

Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse kann ein nachteiliger Einfluß der ortsfesten Aufstellung der Gefäße auf das Längenwachstum der Pflanzen nach keiner Richtung hin festgestellt werden. Es zeigen sowohl die Einzelwerte als auch die Durchschnitte und die zugehörigen Fehler eine sehr befriedigende Übereinstimmung.

5. Ernteergebnisse.

Bei der Ernte der beiden Versuche wurde zunächst der Gesamtertrag an lufttrockener Substanz, sowie der Korn- und Strohertrag im lufttrockenen Zustande je Gefäß festgestellt. Anschließend daran wurde der Trockensubstanzgehalt der Körner und des Stroh jedes einzelnen Gefäßes ermittelt. Auf Grund dieser Untersuchungen wurde sodann der Gesamtertrag an Trockensubstanz und der Ertrag an Trockensubstanz der Körner und des Stroh berechnet. Neben diesen Bestimmungen wurde noch das 1000 Korngewicht der Körner je Gefäß einer Düngungsart festgestellt. Die Besprechung dieser Ergebnisse erfolgt in der gleichen Reihenfolge wie eben angeführt.

Wagen 10.

Die Durchschnitte der Erträge an lufttrockener Substanz je Gefäß der einzelnen Düngungsarten sind in Tabelle XX zusammengestellt und diesen Berechnungen jeweils die dazugehörigen mittleren Fehler und die mittleren Fehler in Prozenten des Mittelertes beigefügt. Die im Durchschnitt erzielte Genauigkeit beträgt beim lufttrockenen Gesamtertrag für m 1,65, für m% 2,12. Bei der Bestimmung des lufttrockenen Kornertrages wurde für m 0,90, für m% 2,73 erhalten. Bei der Feststellung des lufttrockenen Strohertrages betrugen die entsprechenden Werte 0,97 bzw. 2,27.

Tabelle XX.

Durchschnitt der Ernteerträge an lufttrockener Substanz je Gefäß der einzelnen Düngungsarten bei Wagen 10.

Düngungsart	Gesamtertrag lufttrocken			Kornertrag lufttrocken			Strohertrag lufttrocken		
	D g	m	m %	D g	m	m %	D g	m	m %
I	39,6	1,05	2,65	15,86	0,36	2,27	33,77	0,93	3,91
II	90,4	1,63	1,80	39,82	0,83	2,08	50,55	0,89	1,76
III	81,9	2,31	2,82	35,32	1,35	3,82	46,56	1,20	2,58
IV	78,6	1,94	2,47	33,25	0,84	2,53	45,38	1,38	3,04
V	89,1	1,07	1,20	38,10	0,53	1,39	51,03	0,74	1,45
VI	89,4	2,26	2,52	39,15	1,40	3,58	50,23	0,87	1,73
VII	85,5	1,89	2,21	36,63	0,67	1,83	48,88	1,21	2,48
VIII	91,0	2,18	2,40	39,63	1,17	2,95	51,37	1,03	2,01
IX	53,3	0,52	0,98	22,57	0,93	4,12	30,68	0,44	1,43
Durchschnitt von m und m %	—	1,65	2,12	—	0,90	2,73	—	0,97	2,27

Die Durchschnitte der Ergebnisse der Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes der Körner und des Stroh in Prozenten der lufttrockenen Erträge sind in Tabelle XXI zusammengestellt. Hierbei wurde im Durchschnitt sämtlicher Düngungsarten bei der Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes der Körner ein mittlerer Fehler von 0,25 und für m% 0,28 erhalten. Der Durchschnitt des mittleren Fehlers sämtlicher Düngungsarten bei der Trockensubstanzbestimmung des Stroh beträgt 0,24, m% = 0,27.

Aus den vorstehend mitgeteilten Ergebnissen wurde die Trockensubstanz je Gefäß der einzelnen Düngungsarten und zwar sowohl vom Gesamtertrag als auch vom Korn- und Strohertrag berechnet. Die Durchschnitte, sowie die dazugehörigen Fehler sind in Tabelle XXII zusammengestellt. Die Durchschnitte von m und m% des ganzen Versuches belaufen sich beim Gesamtertrag an Trockensubstanz auf 1,52 bzw. 2,22, beim Ertrag an Korntrockensubstanz auf 0,76 bzw. 2,67 und bei der Strohtrockensubstanz auf 0,87 bzw. 2,25.

Die Durchschnittsergebnisse der Bestimmung des 1000 Korngewichtes je Gefäß sind in Tabelle XXIII aufgezeichnet. Aus dieser ist zu entnehmen, daß die durchschnittliche Genauigkeit, ausgedrückt durch m, 0,63, m% 1,47 betrug.

Tabelle XXI.

Durchschnitte des Trockensubstanzgehaltes in % der luft-trockenen Erträge je Gefäß der einzelnen Düngungsarten bei Wagen 10.

Düngungsart	Trockensubstanzgehalt der Körner			Trockensubstanzgehalt des Strohes		
	D %	m	m %	D %	m	m %
I	87,27	0,28	0,32	90,56	0,09	0,10
II	87,12	0,09	0,10	90,19	0,24	0,27
III	87,45	0,35	0,40	90,55	0,10	0,11
IV	87,53	0,18	0,21	91,00	0,18	0,20
V	87,48	0,27	0,30	90,46	0,51	0,56
VI	87,79	0,31	0,35	89,54	0,18	0,20
VII	87,40	0,23	0,26	89,16	0,52	0,58
VIII	87,20	0,32	0,37	89,61	0,23	0,26
IX	86,87	0,18	0,21	90,16	0,14	0,15
Durchschnitt von m und m %	—	0,25	0,28	—	0,24	0,27

Tabelle XXII.

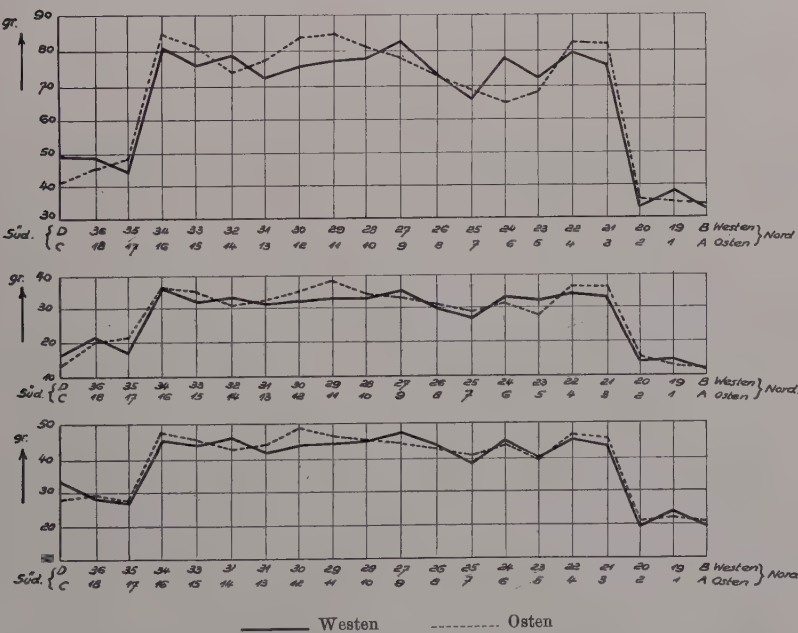
Durchschnitte der Erträge an Trockensubstanz je Gefäß der einzelnen Düngungsarten bei Wagen 10.

Düngungsart	Gesamtertrag an Trockensubstanz			Ertrag an Korn-trockensubstanz			Ertrag an Stroh-trockensubstanz		
	D g	m	m %	D g	m	m %	D g	m	m %
I	35,36	0,91	2,57	13,84	0,30	2,17	21,52	0,83	3,86
II	80,29	1,45	1,81	34,75	0,79	2,27	45,59	0,78	1,71
III	73,03	2,07	2,83	30,88	1,11	3,59	42,16	1,13	2,68
IV	70,51	1,75	2,48	29,10	0,76	2,61	41,41	1,05	2,54
V	79,77	0,95	1,19	33,57	0,38	1,14	46,15	0,58	1,26
VI	80,45	2,24	2,78	34,37	1,18	3,43	46,08	1,29	2,80
VII	75,57	1,44	1,91	32,01	0,60	1,87	43,56	0,85	1,95
VIII	80,57	1,83	2,27	34,53	0,92	2,66	46,04	0,92	2,00
XI	46,52	1,01	2,17	19,61	0,84	4,28	27,66	0,40	1,45
Durchschnitt von m und m %	—	1,52	2,22	—	0,76	2,67	—	0,87	2,25

Tabelle XXIII.

Durchschnitte des 1000 Korngewichtes je Gefäß
der einzelnen Düngungsarten bei Wagen 10.

Düngungsart	1000 Korngewicht		
	D g	m	m %
I	37,38	0,53	1,42
II	44,50	1,11	2,49
III	41,59	0,48	0,75
IV	42,70	0,64	1,50
V	42,46	0,68	1,60
VI	40,74	0,51	1,25
VII	42,13	0,28	0,66
VIII	44,19	0,90	2,04
IX	37,84	0,58	1,53
Durchschnitt von m und m %	—	0,63	1,47



Von den vorstehend geschilderten Berechnungen und deren Ergebnissen wurden die Erträge an Gesamttrockensubstanz, sowie Korn- und Strohtrockensubstanz je Gefäß graphisch dargestellt (Abb. 19). Verfolgt man an Hand dieser Darstellung zunächst den Verlauf der Kurven des Gesamtertrages an Trockensubstanz, so ist daraus zu entnehmen, daß sehr geringe Unterschiede zwischen Ost- und Westseite bestehen. In der Mehrzahl der Fälle sind die Erträge der östlichen Wagenhälfte größer als auf der Westseite. Die Erträge der Randgefäße stimmen mit den Erträgen der benachbarten gleichgedüngten Gefäße gut überein. Die graphischen Darstellungen der Erträge an Korn-, wie auch an Strohtrockensubstanz lassen die gleichen Schlußfolgerungen zu wie bei den Gesamterträgen an Trockensubstanz. Den zahlenmäßigen Beweis für diese Schlußfolgerungen gibt nachstehende Übersicht:

Überwiegen der Erträge der Ostseite über die der Westseite	% der möglichen Fälle
Gesamttrockensubstanz	70
Korntrockensubstanz	60
Strohtrockensubstanz	65

Wagen 11.

Von sämtlichen Bestimmungen wurde der Durchschnitt je Gefäß der einzelnen Düngungsarten berechnet und anschließend daran der Fehlerrechnung unterzogen.

Während bei dem Versuche auf Wagen 10, der neun verschiedenartig gedüngte Sätze umfaßt, die Untersuchungen über die Genauigkeit der Ernteergebnisse sich jeweils auf jeden einzelnen Satz beschränken mußten, kann bei diesem Versuche, infolge der Art seiner Anstellung, die Prüfung der Genauigkeit auf wesentlich breiterer Grundlage erfolgen.

Wie bereits schon einmal erwähnt, mußten bei diesem Versuche theoretisch die gleichen Erträge je Gefäß erhalten werden, da die Düngung sämtlicher Gefäße dieser Versuchsreihe in vollkommen gleichheitlicher Weise erfolgte und der ganze Versuch vollkommen gleichmäßig behandelt wurde.

Es ist klar, daß die Erfüllung dieser Forderung praktisch nicht möglich erscheint. Ursachen hierfür sind die Individualität der Pflanzen, die während des ganzen Versuches trotz peinlicher Beobachtung und Aufmerksamkeit sich ergebenden unvermeidlichen

Beobachtungs-, sowie Wägefehler und außerdem die große Reihe der Faktoren, welche der Beherrschung durch den Versuchsansteller nicht unterstehen, z. B. Luftströmung, Wasserverdunstung durch den Boden u. a. Praktisch kommt es also darauf an, eine befriedigende Übereinstimmung der einzelnen Erträge bei diesem Versuche zu bekommen, eine Übereinstimmung, die auch bei Anwendung der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung als voll befriedigend anerkannt werden kann.

Tabelle XXIV.

Durchschnitte der Erträge an lufttrockener Substanz je Gefäß der einzelnen Düngungsarten bei Wagen 11.

Düngungsart	Gesamtertrag luft-trocken			Kornertrag luft-trocken			Strohertrag luft-trocken		
	D g	m	m %	D g	m	m %	D g	m	m %
I	143,6	1,46	1,02	58,61	1,08	1,84	84,97	1,38	1,62
II	143,8	1,45	1,01	58,84	0,98	1,67	84,91	1,03	1,21
III	148,3	1,45	0,98	60,31	0,87	1,44	87,95	1,05	1,19
IV	145,6	0,97	0,67	60,95	1,04	1,71	84,68	0,45	0,53
V	145,3	1,36	0,94	60,96	0,74	1,21	84,29	1,28	1,52
VI	148,0	2,34	1,58	59,44	1,21	2,04	88,59	1,95	2,20
VII	145,4	2,07	1,42	61,93	1,44	2,33	83,45	0,97	1,16
VIII	150,1	1,65	1,10	62,31	0,67	1,08	87,85	1,66	1,89
IX	148,3	3,75	2,52	60,85	0,80	1,31	89,90	1,74	1,94
Durchschnitt von m und m %	—	1,83	1,25	—	0,98	1,63	—	1,28	1,47

Wird nunmehr mit der Betrachtung der einzelnen Erntegergebnisse begonnen, so ist zunächst hinsichtlich der Durchschnitte der Erträge an lufttrockener Substanz je Gefäß der einzelnen Düngungsarten (Tabelle XXIV) zu ersehen, daß sowohl die Gesamterträge wie auch die luftgetrockneten Korn- und Stroherträge eine sehr befriedigende Übereinstimmung aufweisen. Die Ergebnisse der Berechnungen der zu den Durchschnitten zugehörigen mittleren Fehler und deren Prozente, bezogen auf den Mittelsertrag, befriedigen und zeigen gleichfalls sehr niedrige Werte. Die hierfür einschlägigen Zahlen sind aus der nachstehenden Übersicht zu entnehmen:

Gegenstand der Berechnung	m	m %
Gesamtertrag, luftgetrocknet . . .	1,83	1,25
Kornertrag, „ . . .	0,98	1,63
Strohertrag, „ . . .	1,28	1,47

Die Durchschnitte des Trockensubstanzgehaltes in Prozenten der lufttrockenen Erträge je Gefäß der einzelnen Düngungsarten sind in Tabelle XXV zusammengestellt. Auch hier können die gleichen Schlußfolgerungen gezogen werden wie bei den Bestimmungen der lufttrockenen Erträge.

Tabelle XXV.

Durchschnitte des Trockensubstanzgehaltes in % der lufttrockenen Erträge je Gefäß der einzelnen Düngungsarten bei Wagen 11.

Düngungsart	Trockensubstanzgehalt der Körner			Trockensubstanzgehalt des Strohs		
	D g	m	m %	D g	m	m %
I	87,04	0,14	0,16	86,25	0,30	0,35
II	87,17	0,06	0,07	85,61	0,49	0,57
III	87,37	0,32	0,36	85,50	0,32	0,37
IV	86,92	0,49	0,56	86,41	0,32	0,37
V	87,29	0,17	0,19	86,65	0,13	0,15
VI	86,81	0,25	0,29	85,91	0,37	0,43
VII	86,39	0,24	0,28	87,07	0,21	0,24
VIII	86,85	0,39	0,45	86,57	0,22	0,25
IX	86,34	0,52	0,60	87,16	0,42	0,48
Durchschnitt von m und m %	—	0,29	0,33	—	0,31	0,39

Als durchschnittliche Genauigkeit des ganzen Versuches ergaben sich beim Trockensubstanzgehalt der Körner Werte für m von 0,29 und für m % von 0,33, bei der Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes des Strohs betrug m 0,31, m % 0,36.

Aus den beiden vorangegangenen Bestimmungen der lufttrockenen Erträge und des Trockensubstanzgehaltes wurden die Erträge an Trockensubstanz je Gefäß der einzelnen Düngungsarten berechnet. Die Durchschnitte je Gefäß der einzelnen Düngungsarten sind mit den Ergebnissen der Fehlerberechnung in Tabelle XXVI angeführt. Aus dieser Übersicht ist zu entnehmen, daß der Gesamtertrag an Trockensubstanz innerhalb der neun Düngungsarten geringe Schwankungen aufweist. Den niedrigsten Durchschnittsertrag mit 123,97 g je Gefäß zeigt Düngungsart II, den höchsten Düngungsart VIII mit 130,15 g. Die Fehlerberechnung ergab

hierbei außerordentlich niedrige Werte, im Durchschnitt des ganzen Versuches betrug m 1,31, $m\%$ 1,26. Was den Ertrag an Korn-trockensubstanz anlangt, so liegen hier ähnliche Verhältnisse wie eben geschildert, vor. Die Durchschnitte von m und $m\%$ des ganzen Versuches belaufen sich hier auf 0,84 und 1,61. Die Erträge an Strohtrockensubstanz zeigen gleichfalls geringe Schwankungen, was auch in den dazugehörigen niedrigen Werten der Fehler zum Ausdruck kommt. Im Durchschnitt wurde für m 1,23, für $m\%$ 1,65 erhalten.

Tabelle XXVI.

Durchschnitte der Erträge an Trockensubstanz je Gefäß der einzelnen Düngungsarten bei Wagen 11.

Düngungsart	Gesamtertrag an Trockensubstanz			Ertrag an Korn-trockensubstanz			Ertrag an Stroh-trockensubstanz		
	D g	m	m %	D g	m	m %	D g	m	m %
I	124,06	1,43	1,15	51,01	0,96	1,88	73,30	1,43	1,95
II	123,97	0,94	0,76	51,29	0,87	1,70	72,68	0,92	0,72
III	127,88	1,25	0,98	52,69	0,82	1,56	75,19	0,73	1,24
IV	126,26	1,17	0,87	52,98	1,01	1,91	73,28	0,64	0,87
V	126,46	1,16	0,92	53,43	0,73	1,37	73,03	1,04	1,42
VI	127,70	2,23	1,75	51,60	1,11	2,15	76,11	1,44	1,89
VII	126,15	1,67	1,32	53,50	1,28	2,39	72,65	0,74	1,02
VIII	130,15	1,31	1,00	54,11	0,36	0,67	76,04	1,37	1,80
IX	128,62	3,31	2,57	52,53	0,45	0,86	76,09	2,97	3,90
Durchschnitt von m und $m\%$	—	1,61	1,26	—	0,84	1,61	—	1,23	1,65

In Abb. 20 sind die Gesamterträge an Trockensubstanz, sowie die Erträge an Korn- und Strohtrockensubstanz in g je Gefäß bei diesem Versuche graphisch dargestellt. Ein an Hand dieser Kurven angestellter Vergleich über die Gestaltung der Erträge der Gefäße der Westseite mit jenen der Ostseite hatte das in folgender Übersicht zusammengestellte Ergebnis:

Überwiegen der Erträge der Gefäße auf der Ostseite über die Westseite	% der möglichen Fälle
Gesamttrockensubstanz	50
Korntrockensubstanz	50
Strohtrockensubstanz	50

Demnach sind bei diesem Versuche in der Gestaltung der Erträge zwischen Ost- und Westseite keine Unterschiede zugunsten einer Seite festzustellen.

Aus dieser graphischen Darstellung geht weiter hervor, daß ein gewisser Einfluß der Aufstellungsart der Gefäße in der Nord-Südrichtung stattfindet, wie dies auch noch aus der nachfolgenden Übersicht zu entnehmen ist. Es wurden hier die Durchschnittserträge an Trockensubstanz je Gefäß von Düngungsart I, welche sich auf der

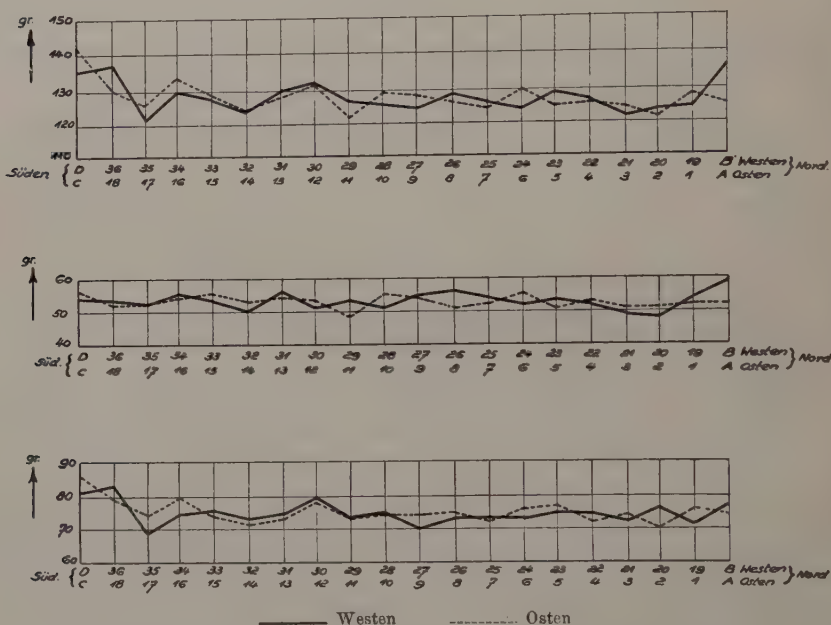


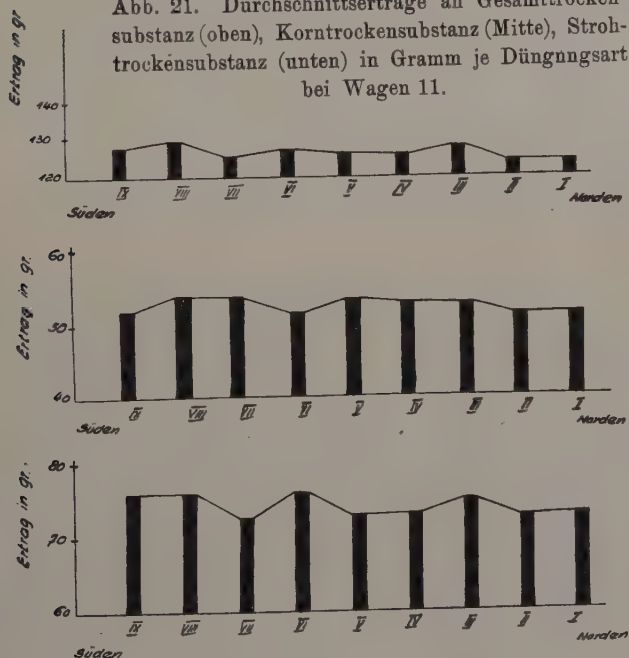
Abb. 20. Erträge an Trockensubstanz bei Wagen 11.

nördlichen Seite des Wagens befindet = 100 gesetzt und die Durchschnitte der übrigen Düngungsarten dazu in Beziehung gebracht.

Die Erträge an Gesamttrockensubstanz, sowie an Trockensubstanz des Strohes bei den auf der südlichen Seite des Wagens angeordneten Gefäßen weisen etwas höhere Werte auf als jene auf der nördlichen Wagenhälfte aufgestellten Gefäße. Bei den Erträgen an Korntrockensubstanz sind diese Verhältnisse nicht so deutlich ausgeprägt, eine Ausnahme macht Düngungsart VIII. Die absoluten Durchschnittserträge in g je Gefäß sind in Abb. 21 graphisch dargestellt.

Düngungsart	Gesamt-trocken- substanz	Korn-trocken- substanz	Stroh-trocken- substanz
Norden			
I	100,00	100,00	100,00
II	99,93	100,55	99,25
III	103,08	103,29	102,58
IV	101,77	103,86	99,97
V	101,61	104,74	99,63
VI	102,93	101,16	103,83
VII	101,68	104,88	99,11
VIII	104,91	106,08	103,74
IX	103,68	102,98	103,81
Süden			

Abb. 21. Durchschnittserträge an Gesamt-trocken-
substanz (oben), Korn-trockensubstanz (Mitte), Stroh-
trockensubstanz (unten) in Gramm je Düngungsart
bei Wagen 11.



Gemäß Fragestellung und Plan sollten die neun gleichartig gedüngten Reihen dieses Versuches gleich hohe Erträge liefern. Praktisch genommen müßten die Erträge miteinander übereinstimmen, d. h. also die gegenseitigen Unterschiede innerhalb der Fehlergrenzen liegen. Um bei diesem Vergleich vor Trugschlüssen be-

wahrt zu bleiben, wurde hier das Fehlerfortpflanzungsgesetz (29) angewendet. Dieses drückt aus, daß der mittlere Fehler einer Differenz gleich ist der Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate der mittleren Fehler. Die Formel hierfür ist:

$$m_D = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2}, \text{ wobei bedeuten:}$$

m_D : mittlerer Fehler des Ertragsunterschiedes

m_1 : mittlerer Fehler } der beiden in Vergleich gesetzten Mittelwerte.
 m_2 : mittlerer Fehler }

Mittels dieser Berechnung läßt sich nun feststellen, ob ein Ertragsunterschied gesichert erscheint. Eine Differenz gilt nämlich auf Grund vorstehenden Gesetzes nur dann als genügend gesichert, wenn sie größer ist als der dreifache Wert ihres mittleren Fehlers.

Bei dem vorliegenden Versuche müßten demnach die gegenseitigen Unterschiede der Ernteerträge alle innerhalb ihres dreifachen mittleren Fehlers liegen. Die Differenzen müßten damit als nicht genügend gesichert gelten. Die einzelnen Düngungsarten müßten somit in ihrer Wirkung einander gleichgesetzt werden.

In Tabelle XXVII sind die Ergebnisse der Durchrechnung (30) dieses Versuches in der Weise zusammengefaßt, daß nach Angabe von m und $m\%$ die Erträge an Gesamttrockensubstanz der einzelnen

Tabelle
Gegenseitiger Vergleich der Erträge
der einzelnen Düngungs-

Lfd. Nr.	Düngungs- art	Gesamt- trockensubstanz je Gefäß in g	Sicherheit des arithmetischen Mittels		± gegen I		
			m	m %	g	Mittl. Fehler der Differenzen	
						1 ×	3 ×
1	I	124,06	1,43	1,15	—	—	—
2	II	123,97	0,94	0,76	— 0,09	1,71	5,13
3	III	127,88	1,25	0,98	+ 3,82	1,90	5,70
4	IV	126,26	1,17	0,87	+ 2,20	1,85	5,55
5	V	126,46	1,16	0,92	+ 2,40	1,84	5,52
6	VI	127,70	2,23	1,75	+ 3,64	2,65	7,95
7	VII	126,15	1,67	1,32	+ 2,09	2,20	6,60
8	VIII	130,15	1,31	1,00	+ 6,09	1,94	5,82
9	IX	128,62	3,61	2,57	+ 4,56	3,61	10,83

Düngungsarten miteinander verglichen sind und den Ertragsunterschieden außer ihren einfachen auch deren dreifache mittlere Fehler beigegeben sind.

Der systematische Vergleich der neun Düngungsarten ergibt, daß die gegenseitigen Unterschiede zwischen den Düngungsarten I, II, III, IV, V, VI, VII und IX sämtlich innerhalb des dreifachen mittleren Fehlers liegen, also nicht gesichert sind. Bei Düngungsart VIII zeigt der Vergleich mit den Reihen III, IV, V, VI, VII und IX das gleiche Bild. Die Ertragsunterschiede zwischen der gleichen Düngungsart mit Satz I und II weisen folgende absolute Werte und mittlere Fehler auf:

Düngungsart I gegen VIII: $-6,09 \pm 5,82$

Düngungsart II gegen VIII: $-6,18 \pm 5,70$

Die beiden Differenzen liegen, allerdings sehr knapp, außerhalb ihres dreifachen mittleren Fehlers und müßten bei starrer Anwendung des Fehlerfortpflanzungsgesetzes als genügend gesichert angesehen werden. Bei vorsichtiger Auswertung jedoch können Ertragsunterschiede mit solchen mittleren Fehlern nicht als gut gesicherte Differenzen bezeichnet werden. Unter diesem Gesichtspunkte betrachtet, sind somit die neun Düngungsarten dieses Ver-

XXVII.

an Gesamttrockensubstanz je Gefäß
arten bei Wagen 11.

\pm gegen II			\pm gegen III			\pm gegen IV		
g	Mittl. Fehler der Differenzen		g	Mittl. Fehler der Differenzen		g	Mittl. Fehler der Differenzen	
	1 \times	3 \times		1 \times	3 \times		1 \times	3 \times
+ 0,09	1,71	5,13	- 3,82	1,90	5,70	- 2,20	1,85	5,55
—	—	—	- 3,91	1,56	4,68	- 2,29	1,50	4,50
+ 3,91	1,56	4,68	—	—	—	+ 1,62	1,71	5,13
+ 2,29	1,50	4,50	- 1,62	1,71	5,13	—	—	—
+ 2,49	1,49	4,47	+ 1,42	1,71	5,13	+ 0,20	1,65	4,95
+ 3,73	2,42	7,26	- 0,18	2,56	7,68	+ 1,44	2,52	7,56
+ 2,18	1,92	5,76	- 1,73	2,09	6,27	- 0,11	2,04	6,12
+ 6,18	1,90	5,70	+ 2,27	1,81	5,43	+ 3,89	1,76	5,28
+ 4,65	3,44	10,32	+ 0,74	3,54	10,62	+ 2,36	3,51	10,53

Fortsetzung von

Lfd. Nr.	Düngungs- art	Gesamt- trockensubstanz je Gefäß in g	Sicherheit des arithmetischen Mittels		± gegen V		
			m	m %	g	Mittl. Fehler der Differenzen	
						1 ×	3 ×
1	I	124,06	1,43	1,15	— 2,40	1,84	5,52
2	II	123,97	0,94	0,76	— 2,49	1,49	4,47
3	III	127,88	1,25	0,98	+ 1,42	1,71	5,13
4	IV	126,26	1,17	0,87	— 0,20	1,65	4,95
5	V	126,46	1,16	0,92	—	—	—
6	VI	127,70	2,23	1,75	+ 1,24	2,51	7,53
7	VII	126,15	1,67	1,32	— 0,31	2,03	6,09
8	VIII	130,15	1,31	1,00	+ 3,69	1,75	5,25
9	IX	128,62	3,61	2,57	+ 2,16	3,51	10,53

suches hinsichtlich ihrer Wirkung auf den Ernteertrag einander gleichzusetzen.

Die Durchschnitte des 1000 Korngewichtes je Gefäß der einzelnen Düngungsarten sind in Tabelle XXVIII zusammengestellt.

Tabelle XXVIII.

Durchschnitte des 1000 Korngewichtes je Gefäß der einzelnen Düngungsarten bei Wagen 11.

Düngungsart	1000 Korngewicht		
	D g	m	m %
I	34,08	1,09	3,20
II	35,13	0,23	0,65
III	34,81	0,22	0,63
IV	35,90	0,37	1,03
V	35,09	0,44	1,03
VI	36,10	0,17	0,47
VII	35,46	0,35	0,99
VIII	35,74	0,08	0,22
IX	35,79	0,36	1,01
Durchschnitt von m und m %	—	0,37	0,91

Tabelle XXVII.

± gegen VI			± gegen VII			± gegen VIII			± gegen IX		
g	Mittl. Fehler der Differenzen		g	Mittl. Fehler der Differenzen		g	Mittl. Fehler der Differenzen		g	Mittl. Fehler der Differenzen	
	1 ×	3 ×		1 ×	3 ×		1 ×	3 ×		1 ×	3 ×
— 3,64	2,65	7,95	— 2,09	2,20	6,60	— 6,09	1,94	5,82	— 4,56	3,61	10,83
— 3,73	2,42	7,26	— 2,18	1,92	5,76	— 6,18	1,90	5,70	— 4,65	3,44	10,32
+ 0,18	2,56	7,68	+ 1,73	2,09	6,27	— 2,27	1,81	5,43	+ 0,74	3,54	10,62
— 1,44	2,52	7,56	+ 0,11	2,04	6,12	— 3,89	1,76	5,28	— 2,36	3,51	10,53
— 1,24	2,51	7,53	+ 0,31	2,03	6,09	— 3,69	1,75	5,25	— 2,16	3,51	10,53
—	—	—	+ 1,55	2,79	8,37	— 2,45	2,59	7,77	— 0,92	3,99	11,97
— 1,55	2,79	8,37	—	—	—	— 4,00	2,12	6,36	— 2,47	3,71	11,13
+ 2,45	2,59	7,77	+ 4,00	2,12	6,36	—	—	—	+ 1,53	3,56	10,68
+ 0,92	3,99	11,97	+ 2,47	3,71	11,13	— 1,53	3,56	10,68	—	—	—

Die Schwankungen innerhalb der einzelnen Düngungsarten sind hier als sehr gering zu bezeichnen, ebenso zeigen m und m⁰/₁₀₀ sehr geringe, für eine sehr gute Übereinstimmung innerhalb der einzelnen Düngungsarten zeugende Werte. Die Durchschnitte betragen hier für m 0,37, für m⁰/₁₀₀ 0,91.

Befund:

Sämtliche Ernteergebnisse der beiden Versuche weisen sowohl in ihren Einzelwerten wie in ihren Durchschnitten eine sehr befriedigende Übereinstimmung auf.

Diese Feststellungen werden durch die sehr niedrigen Werte für m und m⁰/₁₀₀ vollauf bestätigt.

6. Gewicht der Gefäße nach Aberntung der Versuche.

Bei den beiden Versuchen wurde nach Aberntung der oberirdischen Pflanzenteile das Gewicht der Gefäße festgestellt. Diese Bestimmung erfolgte aus dem Grunde, um dadurch weiteres Tatsachenmaterial zu erhalten.

Unter dem Gesamtgewicht der Gefäße ist hier das Gewicht der Gefäße selbst (Tara) einschließlich des zum Versuch verwendeten Bodens samt Stoppeln und Wurzeln zu verstehen. Die Bestimmungen gingen zunächst von der Überlegung aus, daß nach Beendigung

des Versuches auch das Gewicht der Gefäße innerhalb der einzelnen Düngungsarten eine befriedigende Übereinstimmung aufweisen müßte, da ja die beiden Versuche bzw. die einzelnen Düngungsarten gleichheitlich angesetzt und die Versuche unter möglichst gleichen Bedingungen durchgeführt wurden.

Die Durchschnitte des Gesamtgewichtes je Gefäß der einzelnen Düngungsarten bei Wagen 10 und 11 sind in Tabelle XXIX zusammengestellt.

Tabelle XXIX.

Durchschnittsgewichte je Gefäß der einzelnen Düngungsarten bei Wagen 10 und 11.

Düngungsart	Wagen 10 Gewicht je Gefäß			Wagen 11 Gewicht je Gefäß		
	D kg	m	m ‰	D kg	m	m ‰
I	19,77	0,20	1,11	19,56	0,09	0,46
II	19,26	0,13	0,67	19,65	0,09	0,46
III	19,29	0,14	0,73	19,60	0,06	0,31
IV	19,46	0,03	0,15	19,48	0,11	0,56
V	19,29	0,17	0,88	19,71	0,01	0,05
VI	19,15	0,06	0,31	19,49	0,08	0,41
VII	19,33	0,10	0,52	19,60	0,05	0,26
VIII	19,42	0,20	1,02	19,47	0,02	0,10
IX	19,69	0,06	0,30	19,56	0,04	0,20
Durchschnitt von m und m ‰	—	0,12	0,63	—	0,06	0,31

Die für Wagen 10 erhaltenen Durchschnittswerte der neun Düngungsarten zeigen eine überraschende Übereinstimmung. Die berechneten Fehler wiesen außerordentlich geringe Werte auf, die Durchschnitte für m und m ‰ betragen 0,12 bzw. 0,63.

Bei Wagen 11, bei welchem sämtliche Gefäße gleichartig gedüngt waren, konnten gleichheitliche Verhältnisse, somit Übereinstimmung der einzelnen Sätze untereinander, erwartet werden. Diese Erwartung wurde voll bestätigt. Diese Feststellungen finden ihre Bekräftigung in den außerordentlich niedrigen Werten der dazugehörigen Fehler. Im Gesamtdurchschnitt des Versuches konnte für m 0,06, für m ‰ 0,31 erhalten werden.

Befund:

Sehr gute Übereinstimmung, gekennzeichnet durch niedrige Werte von m und m ‰.

7. Beeinflussung der Bodenreaktion.

Bei beiden Versuchen wurde die Wasserstoffionenkonzentration des Bodens jedes Gefäßes einzeln bestimmt. Zur Messung wurde eine Durchschnittsprobe aus der Gesamtbodenmenge je Gefäß verwendet und die Messung selbst mittels der Chinhydron-Elektrode vorgenommen¹⁾. Außerdem wurde der Boden je Gefäß noch auf potentielle Azidität (Titrationsazidität) geprüft. Die letzte Untersuchungsart brachte bei allen Gefäßen negative Ergebnisse.

Aus den Einzelwerten wurden für beide Versuche die Durchschnitte je Düngungsart und die dazugehörigen mittleren Fehler berechnet (Tabelle XXX).

Tabelle XXX.

Durchschnitte der Bodenreaktion (pH) je Gefäß der Düngungsarten bei Wagen 10 und 11.

Düngungsart	Wagen 10 pH je Gefäß			Wagen 11 pH je Gefäß		
	D	m	m %	D	m	m %
I	6,66	0,12	1,80	6,98	0,08	1,15
II	6,95	0,05	1,70	7,11	0,03	0,42
III	7,01	0,09	1,28	7,03	0,04	0,57
IV	7,00	0,16	2,09	7,15	0,03	0,42
V	7,02	0,14	1,99	7,02	0,04	0,57
VI	7,08	0,09	1,27	7,08	0,05	0,71
VII	6,95	0,10	1,44	7,08	0,02	0,28
VIII	7,22	0,06	0,83	6,97	0,06	0,86
IX	6,83	0,04	0,59	7,12	0,02	0,28
Durchschnitt von m und m %	—	0,09	1,44	—	0,04	0,59

Bei Wagen 10, dessen Bodenarten verschiedenartig gedüngt wurden, ist nur ein Vergleich der erzielten Genauigkeit innerhalb

¹⁾ Bezüglich der Methodik siehe: 1. H. Niklas und A. Hock, Die elektrometrische Titration unter Verwendung von Chinhydron. Ztschr. angew. Chem. 38, 407, 1925. — 2. H. Niklas und A. Hock, Vergleich der Methoden zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration von Böden. Landw. Versuchsst. 104, 87, 1925. — 3. L. Michaelis, Die Wasserstoffionenkonzentration. Berlin, Springer, 1922. — 4. L. Michaelis, Praktikum der physikalischen Chemie. Berlin, Springer, 1922.

einer Düngungsart möglich. Wie aus der Tabelle hervorgeht, weisen die Fehler der Durchschnitte außerordentlich niedrige Werte auf. Der Gesamtdurchschnitt der Versuchsfehler beträgt für m 0,09, für $m\%$ 1,44.

Bei Wagen 11 sind sämtliche Gefäße gleichheitlich gedüngt, so daß also hier eine befriedigende Übereinstimmung sämtlicher Düngungsarten untereinander erwartet werden mußte. Diese Annahme wurde vollauf bestätigt, die ermittelten Fehler sind sehr niedrig, im Durchschnitt des gesamten Versuches konnte für m 0,04, für $m\%$ 0,59 erreicht werden.

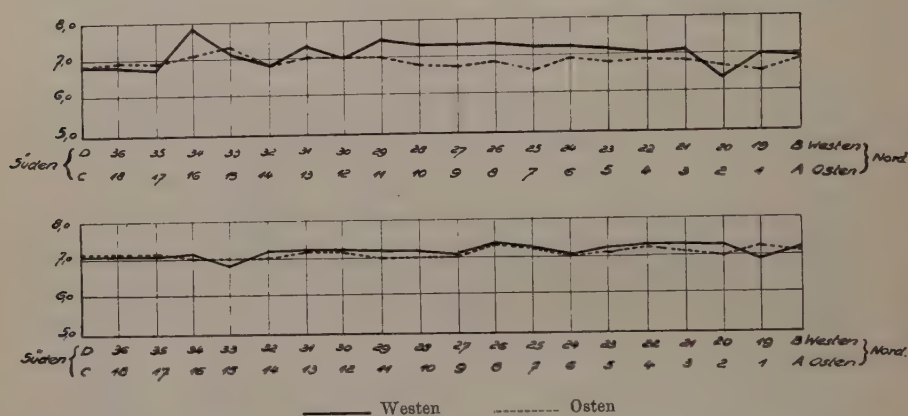


Abb. 22. Bodenreaktion je Gefäß bei Wagen 10 (oben) und 11 (unten).

Die pH-Werte je Gefäß der beiden Versuche sind in Abb. 22 graphisch dargestellt. Die Abweichungen zwischen Ost- und Westseite sind sehr geringfügig, besonders bei Wagen 11.

Befund:

Gute Übereinstimmung, niedrige Werte für m und $m\%$.

VIII. Wechselseitige Beziehungen.

Soweit nicht schon bei der Schilderung der einzelnen Versuchsergebnisse die Beeinflussung der dort obwaltenden Verhältnisse durch die Aufstellungsart der Gefäße besprochen wurde, werden in diesem Kapitel einige für die Fragestellung bei diesen Versuchen besonders einschlägige wechselseitige Beziehungen näher untersucht.

1. Bodentemperatur der Gefäße und der Außenluft.

Die nähere Untersuchung des Verhältnisses der Temperatur der Gefäße zur Temperatur der Außenluft schien die Möglichkeit zu geben, allenfallsige durch die Verschiedenheiten des Standortes bedingte Einflüsse näher zu klären.

Von vornherein war anzunehmen, daß die Temperatur der Gefäße an Tagen mit längerer Sonnenscheindauer wesentlich höher sein mußte, als die der Außenluft. Der Grund hierfür ist in der indirekten, somit langsameren Erwärmung der Außenluft und der herrschenden Luftströmung, andererseits aber in der direkten, damit rascheren und größeren Wärmeaufnahme der Gefäße zu suchen. Um einen zahlenmäßigen Vergleich für diese Verhältnisse zu ermöglichen, wurden bei den beiden Versuchen die Durchschnitte der Bodentemperatur der Gefäße auf der Westseite wie auf der Ostseite unter Ausschaltung der südlichen und nördlichen Randgefäße berechnet und dieser Durchschnitt in Beziehung zu der in der gleichen Zeit gemessenen Temperatur der Außenluft gesetzt. Mit den Randgefäßen wurde in der gleichen Weise verfahren. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in Tabelle XXXI und XXXII niedergelegt.

Tabelle XXXI.

Bodentemperatur der Gefäße in Prozenten der Lufttemperatur bei Wagen 10.

Datum	Zeit	Gefäße auf der Ostseite			Gefäße auf der Westseite		
		C	18, 12, 7, 1	A	D	36, 30, 25, 19	B
Gesamtdurchschnitte der Messungen von 99 Tagen	8	77,14	78,76	80,00	76,57	77,14	78,86
	2	93,83	90,53	91,36	91,36	86,83	88,89
	6	112,74	109,43	111,32	113,21	111,79	109,43

Tabelle XXXII.

Bodentemperatur der Gefäße in Prozenten der Lufttemperatur bei Wagen 11.

Datum	Zeit	Gefäße auf der Ostseite			Gefäße auf der Westseite		
		C	1 mit 18	A	D	19 mit 36	B
Gesamtdurchschnitte der Messungen von 120 Tagen	8	74,29	75,43	78,86	74,28	74,86	78,28
	2	95,06	90,94	92,59	94,65	88,89	90,12
	6	108,96	106,13	108,01	110,85	108,02	108,96

Diese relativen Werte der Bodentemperatur der Gefäße lassen bemerkenswerte Vergleiche zu. So ist zunächst festzuhalten, daß die Bodentemperatur bei der Morgenmessung durchwegs bedeutend niedrigere Werte aufweist als die Lufttemperatur. Dies kann damit erklärt werden, daß die Gefäße — die Wagen standen während der Nacht in der Halle — nachtsüber sehr stark Wärme abgeben und am Morgen gewisse Zeit zur Durchwärmung der gesamten Bodenmenge benötigen. Bis zur Mittagsmessung ist der Ausgleich des Unterschiedes gegenüber der Lufttemperatur fast erreicht. Im weiteren Verlaufe des Tages kann im Vergleich zur Lufttemperatur eine Wärmehäufung festgestellt werden. Die Bodentemperatur erreichte dann höhere Werte als die Lufttemperatur.

Die Randgefäße zeigten bei den Messungen um 2 Uhr und 6 Uhr nachmittags durchwegs höhere Temperaturen als die dazwischen eingeschalteten übrigen Gefäße, da sie, infolge ihrer Anordnung, eine größere freie Bestrahlungsfläche haben. Die südlichen Randgefäße (C und D) wiesen ständig höhere Temperaturen als die nördlichen Randgefäße auf. Umgekehrt liegen die Verhältnisse bei der Messung um 8 Uhr morgens. Hier zeigen die nördlichen Randgefäße (A und B) jeweils höhere Werte als die auf der Südseite. Dieses Verhalten ist in der Bauart der Vegetationshalle bedingt, welche diese Versuche beherbergt.

Diese Halle ist nach Süden zu offen, nur bei drohenden Kälterückschlägen im Frühjahr und Vorsommer, sowie bei schlechter Witterung wird diese durch starke Segeltuchvorhänge geschlossen. Die Randgefäße auf der Südseite stehen nun während der Nacht der offenen Seite der Halle am nächsten und kühlen sich somit rascher und stärker ab als die übrigen Gefäße.

Die Untersuchungen zeigen, daß die Verwendung von Randgefäßen im Hinblick auf die anzustrebende Gleichgestaltung der Bodentemperatur und damit auch des Wasserverbrauches in den übrigen Gefäßen als zweckentsprechende Maßnahme erachtet werden kann.

2. Wasserverbrauch und Ertrag.

Um die Beziehungen zwischen Wasserverbrauch je Gefäß und Ernteertrag je Gefäß miteinander vergleichen zu können, wurde der absolute Wasserverbrauch je Gefäß während der ganzen Versuchsdauer mit dem Gesamtertrag der Trockensubstanz je Gefäß in Beziehung gebracht. Neben dem durchschnittlichen Wasserverbrauch

in ccm je g Trockensubstanz wurde außerdem noch der durchschnittliche tägliche Wasserverbrauch je g Trockensubstanz berechnet.

Wagen 10.

Die Durchschnitte dieser Bestimmungen je Gefäß einer Düngungsart finden sich in Tabelle XXXIII, deren graphische Darstellung in Abb. 23.

Tabelle XXXIII.

Durchschnittlicher Gesamtwasserverbrauch und durchschnittlicher täglicher Wasserverbrauch je g Trockensubstanz je Gefäß bei Wagen 10.

Düngungsart	Durchschnittlicher H ₂ O-Verbrauch			Durchschnittlicher täglicher Wasserverbrauch		
	D ccm	m	m %	D ccm	m	m %
I	326,00	4,80	1,47	5,72	0,08	0,14
II	251,20	9,31	3,71	4,40	0,16	3,64
III	264,01	10,42	3,95	4,46	0,06	0,13
IV	242,69	7,59	3,13	4,46	0,13	3,05
V	243,83	4,18	1,71	4,29	0,07	1,63
VI	234,12	2,09	0,63	4,11	0,04	0,97
VII	241,07	2,92	1,21	4,23	0,05	1,18
VIII	221,80	6,91	3,12	3,89	0,17	4,37
IX	283,70	6,19	2,18	4,90	0,16	3,27
Durchschnitt von m und m %	—	6,05	2,35	—	0,10	2,04

Wie aus diesen Aufzeichnungen hervorgeht, zeigen die Durchschnitte der Düngungsarten II und VIII untereinander eine verhältnismäßig befriedigende Übereinstimmung, während die Durchschnitte des „relativen“ Wasserverbrauches bei Düngungsart IX und besonders bei Düngungsart I wesentlich höhere Werte aufweisen. Diese beiden Düngungsarten erbrachten die niedrigsten Erträge an Gesamttrockensubstanz (IX: 46,52 g bzw. I 35,36 g). Die Pflanzen der Düngungsarten II mit VIII verbrauchten somit wesentlich geringere Mengen Wasser.

Die Klärung dieses auffälligen Verhaltens ist insofern schwierig, da verschiedene Faktoren, welche dazu in Beziehung gebracht werden müssen, hinsichtlich der Größe bzw. Stärke ihrer Auswirkung nicht erfaßt werden können bzw. bei diesen Versuchen

unberücksichtigt geblieben sind. Hierher sind zu rechnen der Einfluß der Oberflächenverdunstung des Bodens, welche entsprechend dem Pflanzenwachstum auf den einzelnen Gefäßen sicher nicht gleichheitlich (verschieden große Bodenbeschattung!) stattfand, die Auswirkung von Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung, die Selbstbeschattung der Pflanzen, sowie die durch die verschiedenartige Düngung (fehlende P_2O_5 -Gabe bei Düngungsart I, schwer lösliche P_2O_5 -Form bei Düngungsart IX) hervorgerufene Veränderung der Konzentration der Nährlösung und allenfallsiger dadurch bedingter verschieden hoher Wasserverbrauch.

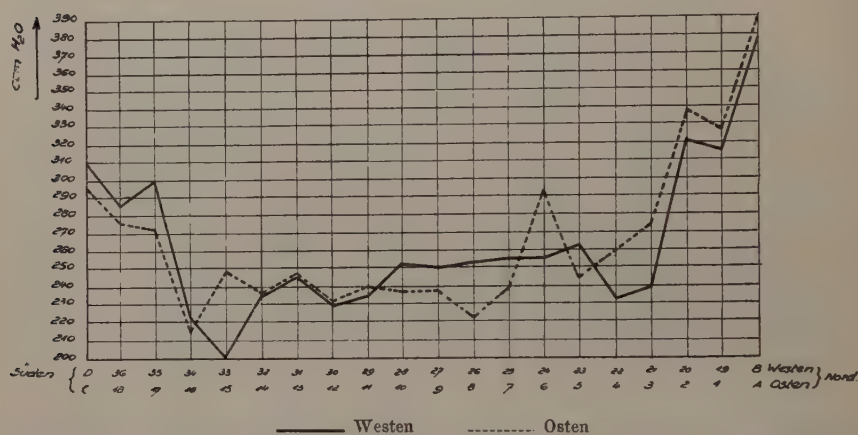


Abb. 23. Durchschnittlicher Wasserverbrauch in cm je Gramm Trockensubstanz bei Wagen 10.

Auf Grund der bisherigen Ergebnisse, die eine weitgehende gegenseitige Übereinstimmung der vier zu einer Düngungsart gehörenden Gefäße zeigen, kann geschlossen werden, daß die oben angeführten Faktoren und deren mutmaßliche Auswirkung nicht ausschlaggebend für diese verschiedenartige Gestaltung des Wasserverbrauches waren.

Die Hauptursache scheint in anderer Richtung zu suchen zu sein, wofür Pfeiffer (31) an Hand einschlägiger Versuche den Hinweis gibt. Pfeiffer stellte Untersuchungen über Wasser und Licht als Vegetationsfaktoren an und fand hinsichtlich des Faktors Wasser, daß die Pflanzen sich einem geringeren Wassergehalte des Bodens durch einen auch relativ verminderten Verbrauch anpassen und befähigt sind, die verfügbaren Wassermessungen möglichst

sparsam zur Produktion ihrer organischen Substanz zu verwerten, umgekehrt jedoch bei Darbietung reichlicher Wassermengen eine Art Luxuskonsumtion treiben.

Pfeiffers Schlußfolgerungen werden auch durch die vorliegenden Versuche bestätigt, wie der Vergleich des absoluten Wasserverbrauches mit dem Ertrage an Trockensubstanz von Düngungsart I und VIII bei Wagen 10 zeigt.

Düngungsart	Absoluter Wasserverbrauch je Gefäß in cem	Ertrag an Trockensubstanz in g je Gefäß
I	11 273	35,36 g
VIII	17 902	80,57 g

Demnach benötigten die Pflanzen von Düngungsart VIII im Vergleich zu Reihe I relativ wesentlich weniger Wasser, während bei dieser eine Art Luxusverbrauch an Wasser vermutet werden kann.

Die Wasserversorgung wurde bei diesem Versuche bei allen Gefäßen insofern gleichheitlich durchgeführt, als bei sämtlichen Gefäßen jeweils die Wasserzufuhr nach dem durchwegs gleich eingestellten, dem jeweiligen Wachstumsstande der Pflanzen angepaßten Prozentsatz der Wasserkapazität des Bodens erfolgte. Das Gewicht der Pflanzenmasse je Gefäß blieb jedoch unberücksichtigt, da im Gegensatz zu Pfeiffer (32) die von diesem vorgeschlagene Berücksichtigung des Pflanzengewichtes durch Schätzung und Einbeziehung bei der Wassergabe hier keine Anwendung fand. Abgesehen davon, daß dieses Verfahren viele, einer Schätzung immer anhaftende, Fehlerquellen in sich birgt, war noch ein anderer Grund für dessen Ausschaltung maßgebend. Bei diesen Versuchen wurde die zu verabreichende Wassermenge jeweils für sämtliche Gefäße einer Versuchsreihe gleichheitlich nach Maßgabe der Wasserkapazität festgesetzt (33). Bei der Wasserzufuhr wurde nun die Waage für jedes Gefäß auf das gleiche Gewicht eingestellt und jedem Gefäß bis zu diesem Gewichte Wasser zugegeben. Es war anzunehmen, daß nun entsprechend dem Pflanzenbestande und der stattfindenden Verdunstung der jeweilige Wasserbedarf sich diesen Umständen anpassen würde. Wie die vorliegenden Zahlen des Gesamtverbrauches zeigen, war dies auch durchwegs der Fall, wenn auch nicht in dem erwarteten Umfange. Die Nichtberücksichtigung des Pflanzengewichtes wirkte sich in der Weise aus, daß den Pflanzen mit schwächerer Entwicklung relativ mehr Wasser zur Verfügung stand.

Der Durchschnitt des mittleren Fehlers beträgt bei dem ganzen Versuche auf Wagen 10 für m 6,05, für $m\%$ 2,35, für den Gesamtverbrauch an Wasser je g Trockensubstanz. Die gleiche Berechnung beim täglichen Wasserverbrauch ergab als Werte für $m = 0,10$, für $m\% = 2,04$.

Hinsichtlich der Beeinflussung des durchschnittlichen Wasserverbrauches durch die Aufstellungsart der Gefäße auf der Ost- bzw. Westseite kann auf Grund der graphischen Darstellung auf eine einseitige Beeinflussung dieses Vorganges nicht geschlossen werden. Der gegenseitige Vergleich der Einzelzahlen ohne Berücksichtigung der absoluten Unterschiede ergab, daß der relative Wasserverbrauch in 55% der möglichen Fälle auf der Ostseite höher war als auf der Westseite.

Die Berechnung des Gesamtdurchschnittes des Wasserverbrauches je g Trockensubstanz je Gefäß aus den 20 auf einer Seite angeordneten Gefäßen zeigt folgendes Bild:

Ostseite: 257,62 ccm H_2O , $m = 8,02$, $m\% = 3,11$

Westseite: 255,36 ccm H_2O , $m = 7,55$, $m\% = 2,96$

Wagen 11.

Die Durchschnitte je Gefäß einer Düngungsart sind in Tabelle XXXIV zusammengestellt.

Tabelle XXXIV.

Durchschnittlicher Gesamtwasserverbrauch, sowie durchschnittlicher Wasserverbrauch je g Trockensubstanz je Gefäß bei Wagen 11.

Düngungsart	Durchschnittlicher H_2O -Verbrauch			Durchschnittlicher täglicher Wasserverbrauch		
	D ccm	m	m %	D ccm	m	m %
I	369,17	8,01	2,17	4,15	0,09	2,17
II	358,02	0,74	0,21	4,02	0,01	0,25
III	352,16	4,47	1,27	3,96	0,05	1,26
IV	370,01	8,98	2,43	4,16	0,10	2,40
V	361,73	8,49	2,35	4,07	0,10	2,46
VI	396,10	7,77	2,18	4,00	0,09	2,25
VII	363,15	10,80	2,97	4,08	0,12	2,94
VIII	367,47	9,43	2,57	4,13	0,10	2,42
IX	358,45	9,09	2,54	4,03	0,10	2,48
Durchschnitt von m und m %	—	7,53	2,08	—	0,08	2,07

Bei diesem Versuch war entsprechend der Versuchsanstellung eine weitgehende Übereinstimmung des durchschnittlichen wie auch des durchschnittlichen täglichen Wasserverbrauches je Gefäß sämtlicher Düngungsarten zu erwarten. Diese Erwartungen wurden bestätigt. Die Durchschnitte der einzelnen Düngungsarten zeigen unter sich eine befriedigende Übereinstimmung; im Durchschnitt des ganzen Versuches belief sich der Wert für m auf 7,53, für $m^0\%$ auf 2,08, beim durchschnittlichen täglichen Wasserverbrauch betrug m im Durchschnitt des ganzen Versuches 0,08, $m^0\%$ 2,07.

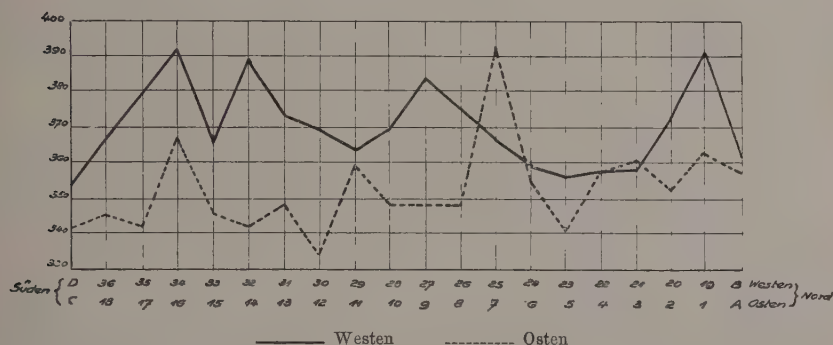


Abb. 24. Durchschnittlicher Wasserverbrauch in ccm je Gramm Trockensubstanz bei Wagen 11.

Die graphische Darstellung des durchschnittlichen Wasserverbrauches in ccm je g Trockensubstanz bei diesem Versuch (Abb. 24) läßt aus dem Verlauf der Kurven der Ostseite bzw. der Westseite ersehen, daß bei fast allen Gefäßen auf der Westseite der Wasserverbrauch durchweg größer war als auf der Ostseite.

Der gegenseitige Vergleich der Einzelergebnisse je Gefäß zeigt, daß in 90% der möglichen Fälle die Gefäße auf der Westseite einen höheren relativen Wasserverbrauch aufweisen.

Die Berechnung des Durchschnittes aus sämtlichen 20 Gefäßen einer Wagenseite ergibt folgende Werte:

Ostseite: 352,45 ccm H_2O , $m = \pm 3,05$, $m^0\% = 0,87$

Westseite: 371,16 ccm H_2O , $m = \pm 2,71$, $m^0\% = 0,73$

Die Prüfung der Einflüsse der Aufstellungsart der Gefäße in Nord-Südrichtung zeigt kein klares Bild, wie die nachfolgende Berechnung erkennen läßt, bei welcher der Durchschnitt der am nördlichen Wagenrand befindlichen Düngungsart I als Ausgangspunkt diente und dessen absoluter Wert = 100 gesetzt wurde.

Düngungsart	Durchschnittlicher	Durchschnittlicher
	Wasserverbrauch je Gefäß in cem	tägl. Wasserverbrauch je Gefäß in cem
Norden		
I	100,00	100,00
II	96,98	96,87
III	95,39	95,42
IV	100,23	100,24
V	97,98	98,07
VI	107,29	96,38
VII	98,37	98,31
VIII	99,54	99,52
IX	97,10	97,11

Was die Genauigkeit dieser Untersuchungen anlangt, so ist hier zunächst festzuhalten, daß die erhaltenen Werte für m und m% bei beiden Versuchen im Vergleich zu den Ergebnissen der übrigen Bestimmungen durchweg höher sind.

Die Gründe hierfür sind in den bereits erwähnten Schwierigkeiten bei der Berücksichtigung der einflußnehmenden Faktoren, besonders der Oberflächenverdunstung des Bodens zu suchen. Die letzte wurde bei diesen Versuchen nicht berücksichtigt. Da diese infolge des unterschiedlichen Pflanzenwachstums sich auch in wechselndem Maße äußern mußte, war von vornherein mit größeren Schwankungen zu rechnen.

Einschlägige Angaben über die bei Untersuchungen solcher Art erzielte Genauigkeit sind in der Literatur nur spärlich vertreten. Lediglich bei Pfeiffer (34), Pilaski (35) und Gehrman (36) sind derartige Angaben in größerem Umfange zu finden. Von diesen Angaben mögen jene von Pfeiffer als Ausgangspunkte für die bei den vorliegenden Versuchen erreichte Genauigkeit dienen. Allerdings muß noch bemerkt werden, daß diese Werte durch ein besonderes Verfahren ermittelt wurden. Pfeiffer benutzte als Ausgangspunkt die Gefäße mit dem niedrigsten Pflanzenbestande der betreffenden Versuchsreihe. Der sich für diese ergebende durchschnittliche Gesamtwasserverbrauch, ebenso wie die erzeugte Trockensubstanz, wurden von den entsprechenden Werten der sämtlichen übrigen Gefäße in Abzug gebracht; die Restzahlen für Wasserverbrauch und Trockensubstanz lieferten dann durch Division die Einzelwerte für die Wasserverdunstung durch die

Pflanze je g Trockensubstanz der jeweiligen Mehrproduktion. Bei einem Versuch mit steigenden Stickstoffabgaben zu Hafer wurde folgender Wasserverbrauch je g Trockensubstanz ermittelt.

397 g	388 g	372 g	373 g	397 g	414 g
$\pm 5,1$ g	$\pm 4,3$ g	$\pm 3,2$ g	$\pm 6,3$ g	$\pm 3,6$ g	$\pm 7,3$ g

Die bei diesen Durchschnitten sich errechnenden Fehler sind wahrscheinliche Fehler des Mittels (R). Um diese Ergebnisse mit den bei den vorliegenden Versuchen erhaltenen Werten vergleichen zu können, mußten die mittleren Fehler des Mittels (m) in den wahrscheinlichen Fehler umgerechnet werden¹⁾. Bei den nachfolgenden Durchschnitten sind beide Fehlerarten angegeben.

Wagen 10.

Düngungsart bzw. Satz	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
H ₂ O ccm	326	251	264	242	243	234	241	221	283
m	$\pm 4,80$	$\pm 9,31$	$\pm 10,42$	$\pm 7,59$	$\pm 4,18$	$\pm 2,09$	$\pm 2,92$	$\pm 6,91$	$\pm 6,19$
R	$\pm 3,24$	$\pm 6,28$	$\pm 7,03$	$\pm 5,12$	$\pm 2,82$	$\pm 1,41$	$\pm 1,97$	$\pm 4,66$	$\pm 4,17$

Wagen 11.

Düngungsart bzw. Satz	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
H ₂ O ccm	369	358	352	370	361	396	363	367	358
m	$\pm 8,01$	$\pm 0,74$	$\pm 4,47$	$\pm 8,98$	$\pm 8,49$	$\pm 7,77$	$\pm 10,80$	$\pm 9,43$	$\pm 9,09$
R	$\pm 5,40$	$\pm 0,50$	$\pm 3,01$	$\pm 6,06$	$\pm 5,73$	$\pm 5,24$	$\pm 7,28$	$\pm 6,36$	$\pm 6,13$

Der Vergleich der Pfeifferschen Werte mit den bei diesen Untersuchungen gefundenen kann nur Anhaltspunkte für die beabsichtigte Prüfung der Genauigkeit liefern, da Pfeiffers Versuche unter verschiedenen Umständen mit einer anderen Frucht durchgeführt wurden und auch die Methode der Ermittlung des relativen Wasserverbrauches eine andere war.

Es darf jedoch aus diesem Vergleich im Hinblick auf die Genauigkeit der eigenen Versuche die Schlußfolgerung gezogen werden, daß die erhaltenen absoluten Durchschnittswerte und die diesen anhaftenden Fehler in keinem Falle größere Schwankungen

¹⁾ R = m \times 0,6745.

aufweisen. Pfeiffer (37) gelangt bei der Besprechung des oben angeführten Haferversuches zu dem Schluß, daß dessen Ergebnisse hinsichtlich der Ermittlung des Wasserverbrauches je g Trockensubstanz meist eine recht befriedigende Übereinstimmung aufweisen.

Die bei diesen Versuchen vorgenommene Bestimmung des relativen Wasserverbrauches von Gerste und Roggen gibt Gelegenheit, die hier erhaltenen Werte mit den Ergebnissen anderer Versuchsansteller zu vergleichen. Die Feststellung des von den Pflanzen auf dem Wege der Transpiration verbrauchten Wassers kann auf verschiedenen Wegen erfolgen. Der erste Weg besteht darin, daß durch Messen der Bodenfeuchtigkeit festgestellt wird, wieweit dieselben den Wassergehalt des Bodens erschöpft haben. Diese Methode, welche besonders von v. Seelhorst (38) angewendet wurde, liefert natürlich nur relative Werte, da ja die Höhe der Ernte und die im Boden versickerten Wassermengen nicht bekannt sind.

Bei der zweiten Methode, erstmals von Wollny (39) und später von v. Seelhorst (40) benutzt, werden Pflanzen in großen Vegetationskästen herangezogen und die Wasserbilanz dieser Kästen gewichtsmäßig festgestellt. Die dritte und vierte Untersuchungsart endlich bedient sich des Gefäßversuches, sowohl in Form der Boden- als auch der Wasserkultur. Die letzte Methode wurde und wird noch heute wohl am häufigsten verwendet, wie z. B. die Arbeiten von Hellriegel (41), Wollny (42), J. Wilms (43), Wilfarth und Wimmer (44), Th. Pfeiffer (45), Lemmermann (46), P. Sleskin (47), W. Maxweil (48), Pilaski (49) und Gehrman (50) u. a. zeigen.

Die Bestimmung des relativen Wasserverbrauches ist mit verschiedenen Schwierigkeiten verbunden. Hellriegel (51), dessen Versuchen wir die Kenntnis verdanken, daß von den Faktoren, welche einen Einfluß auf die Höhe der Transpiration ausüben, Temperatur- und Luftfeuchtigkeit von einschneidender Bedeutung sind, hat diese sofort richtig erkannt.

Der gesamte durch Wägung leicht ermittelbare Wasserverlust eines Gefäßes ist natürlich z. T. auf eine rein mechanische Oberflächenverdunstung des Bodens zurückzuführen. Das Ausmaß dieses Wasserverlustes wird einerseits durch die mehr oder weniger starke Beschattung durch die Pflanzen, andererseits durch die dem Boden zugesetzten Nährstoffgaben und deren Konzentration und Mischung beeinflusst.

Zur Ausschaltung dieser störenden Umstände benutzten Hellriegel (52), Lemmermann (53) und W. Maxwell (54) sogenannte Brachgefäße. Der sich bei diesen Gefäßen während der Vegetationsperiode ergebende Wasserverlust wurde von dem Gesamtwasserverbrauch der mit Pflanzen bestandenen Gefäße in Abzug gebracht und der verbleibende Rest auf Rechnung der Pflanzentranspiration gestellt.

Als direktes Verfahren zur Ausschaltung des Einflusses der Bodenverdunstung ist der Abschluß der Oberfläche des Bodens durch entsprechende Bedeckung zu bezeichnen. Hellriegel (55) verwendete hierzu bei einigen Versuchsreihen mit Paraffinmischung getränkte Holzdeckel, Wollny (57) solche aus durchlochem Blech. J. Wilms (57) benutzte zum Abschluß des Bodens Staniol, mußte aber die Erfahrung machen, daß die Pflanzen den Luftabschluß schlecht vertrugen. Pfeiffer (58) verwendete anstatt der Brachgefäße diejenigen mit dem niedrigsten Pflanzenbestande einer Versuchsreihe als Ausgangspunkt für die bereits geschilderte Art der Berechnung.

Bei den vorliegenden Versuchen zu Sommergerste und Sommerroggen wurde der relative Wasserverbrauch je g Trockensubstanz an Hand täglicher Messung des Wasserverbrauches ohne Berücksichtigung der Oberflächenverdunstung des Bodens ermittelt. Als Werte wurden erhalten:

Wagen 10, Sommergerste, Moosburger Räthia Original.

- | | |
|-------------------------------------|---------------------|
| I. Durchschnitt aus sämtlichen neun | |
| Düngungsarten (36 Gefäße). . . | 256,5 (221,8—326,0) |
| II. Durchschnitt aus acht Düngungs- | |
| arten (32 Gefäße) | 247,8 (221,8—283,7) |

Wagen 11, Sommerroggen, Petkuser Original.

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| Durchschnitt aus sämtlichen neun | |
| Düngungsarten (36 Gefäße). . . | 366,3 (352—396). |

Die den Durchschnitten in Klammern beigegebenen Zahlen stellen die bei den Versuchen jeweils erhaltenen niedrigsten bzw. höchsten Werte dar. Von den beiden, für Sommergerste bei Wagen 10, errechneten Durchschnitten schließt Durchschnitt I neben den acht gleichartig, jedoch mit verschiedenen P-Formen gedüngten Reihen noch die Düngungsart I, ohne P_2O_5 -Gabe, mit ein. Durchschnitt II hingegen ist nur aus den gleichartig und gleichförmig mit Nährstoffen versehenen Düngungsarten II bis IX

errechnet. Durchschnitt II mit dem Wert 247,8 dürfte den tatsächlichen Verhältnissen somit näher kommen als Durchschnitt I.

Zum Vergleich dieser erhaltenen Werte mit den Ergebnissen anderer Versuchsansteller sind in Tabelle XXXV die von diesen ermittelten Zahlen des relativen Wasserverbrauchs für Sommergerste und Sommerroggen übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle XXXV.

Relativer Wasserverbrauch von Gerste und Roggen nach verschiedenen Versuchsanstellern.

Versuchs- ansteller	Methode zur Bestimmung des relativen Wasser- verbrauches	Versuchs- pflanzen	Relativer Wasser- verbrauch je g Trocken- substanz	Bemerkungen über Berücksichtigung der Oberflächen- verdunstung des Bodens
von Seelhorst 1905	Kasten- versuche	Gerste	454	Vergleich mit Brachekästen
" 1906/07	"	Gerste	364,4	"
" 1906/07	"	Gerste I	287,4	"
" 1906/07	"	Gerste II	303	"
"	"	Roggen I	403,6	"
"	"	Roggen II	397,6	"
"	"	Roggen III	376,6	"
"	"	Roggen IV	351,8	"
"	"	Roggen V	493,2	"
Wollny	Gefäßversuch	Gerste (nur 1 Pflanze)	774	Abschluß d. Bodens durch Blechdeckel
Hellriegel 1869	"	Gerste	305 (282—345)	Vergleich mit Brachgefäßen
" 1870	"	Gerste	263 (238—305)	"
"	"	Gerste I	286	Abschluß d. Bodens durch Holzdeckel
"	"	Gerste II	318	"
"	"	Gerste III	347	"
"	"	Roggen	353	Bodenoberfläche durch Paraffin- schicht abgeschlossen
Lemmermann 1904	"	Gerste	322	Vergleich mit Brachgefäßen
" 1904	"	Roggen	256	"

Die Zusammenstellung zeigt, daß nicht nur zwischen den Ergebnissen der verschiedenen Forscher, sondern auch innerhalb der einzelnen Bestimmungen eines Versuchsanstellers selbst größere Schwankungen zu verzeichnen sind. Der Grund hierfür dürfte in der verschiedenartigen Berücksichtigung der Oberflächenverdunstung des Bodens und der auf diese einwirkenden Faktoren und in der verschiedenen Versuchsmethode und -technik zu suchen sein. Die Zahlen lassen auch vermuten, daß die Berücksichtigung der Bodenverdunstung durch den Vergleich mit Brachgefäßen nicht in dem Ausmaße gelungen ist, wie durch den direkten Abschluß des Bodens von der Atmosphäre mittels Bedeckung. Der von Wollny für Gerste ermittelte Wert ist auffallend hoch. Die Tatsache, daß dieser Versuch nur mit einer Pflanze angestellt wurde, läßt auf einen außerordentlich hohen Luxusverbrauch an Wasser schließen.

Die bei den eigenen Versuchen erhaltenen Ergebnisse zeigen eine weitgehende Annäherung an die von Hellriegel ermittelten Werte. Der berechnete relative Wasserverbrauch von Sommerroggen deckt sich fast vollständig mit dem von Hellriegel für die gleiche Frucht festgestellten Durchschnittswerte (366 bzw. 353).

IX. Die Brauchbarkeit von Vegetationsversuchen mit ortsfester Aufstellung der Gefäße

Aus den vorliegenden umfangreichen Untersuchungen, welche sich die Prüfung der Brauchbarkeit von Vegetationsversuchen mit ortsfester Aufstellung unter besonderer Berücksichtigung der dadurch hervorgerufenen Regelung der Standorts- und Wasserverhältnisse als Aufgabe gestellt hatten, ergab sich, daß sämtliche Einzelwerte, abgesehen von jenen des absoluten Wasserverbrauches, sowohl innerhalb der vier Gefäße einer Düngungsart als auch innerhalb mehrerer einheitlich gedüngten Reihen eine befriedigende Übereinstimmung aufwiesen. Diese Übereinstimmung äußerte sich bei der Berechnung der jeweiligen Durchschnitte auch in entsprechend niedrigen Werten des dazugehörigen mittleren Fehlers und der Fehlerprozente (Tabelle XXXVI).

Aus dieser Zusammenstellung ist besonders hinsichtlich der Ernteergebnisse, und diese sind ja in erster Linie maßgebend, zu entnehmen, daß die vorliegenden Versuche den für Gefäßvegetationsversuche geforderten durchschnittlichen Genauigkeitsgrenzen (59) wohl entsprechen.

Tabelle XXXVI.

Durchschnittliche Genauigkeit der Ergebnisse sämtlicher
Düngungsarten bei Wagen 10 und 11¹⁾.

Gegenstand der Untersuchung	Durchschnittliche Genauigkeit			
	Wagen 10 Sommergerste		Wagen 11 Sommerroggen	
	$\pm m$	$m \%$	$\pm m$	$m \%$
Bodentemperatur, Gesamtdurchschnitt $\left\{ \begin{array}{l} 8 \text{ Uhr} \\ 2 \text{ " } \\ 6 \text{ " } \end{array} \right.$	—	—	0,07	0,54
	—	—	0,16	0,72
	—	—	0,14	0,62
Absoluter Wasserverbrauch, Gesamtdurchschnitt	11,94	3,86	11,57	2,23
Bestockungsfaktor	7,95	2,62	12,65	3,68
Pflanzenlänge	0,88	1,51	0,97	0,75
Halm länge	0,87	1,64	1,03	0,85
Ährenlänge	0,23	3,57	0,35	5,19
Gesamtertrag lufttrocken	1,65	2,12	1,83	1,25
Kornertrag lufttrocken	0,90	2,73	0,98	1,63
Strohertrag lufttrocken	0,97	2,27	1,28	1,47
Trockensubstanzgehalt: Körner	0,25	0,28	0,29	0,33
Trockensubstanzgehalt: Stroh	0,24	0,27	0,31	0,36
Gesamtertrag an Trockensubstanz	1,52	2,22	1,61	1,26
Ertrag an Korntrockensubstanz	0,76	2,67	0,84	1,61
Ertrag an Strohtrockensubstanz	0,87	2,25	1,23	1,65
1000 Korngewicht	0,63	1,47	0,37	0,91
Gefäßgewicht nach Beendigung des Versuches	0,12	0,63	0,06	0,31
Bodenreaktion	0,09	1,44	0,04	0,59
Gesamtwasserverbrauch je g Trockensubstanz	6,05	2,35	7,53	2,08

¹⁾ In diesem Zusammenhange sei hier auf die Eigenschaft von $m \%$, von der Höhe des Mitteltrages abzuhängen, besonders hingewiesen. Siehe hierzu: Th. Roemer, Der Feldversuch. 2. Auflage. Arbeiten der D. L. G., Heft 302, S. 39.

Die hier erzielte durchschnittliche Genauigkeit bestätigt die bereits früher vom Verfasser (60) auf Grund der Ergebnisse der Fehlerberechnung früherer und einiger vorläufiger Ergebnisse dieser Versuche vertretene Meinung, daß Vegetationsversuche mit ortsfester Aufstellung der Gefäße befriedigende und zu Schlußfolgerungen brauchbare Ergebnisse liefern können. In Tabelle XXXVII ist die Genauigkeit früherer Versuche aufgezeichnet.

Tabelle XXXVII.

Genauigkeit bisheriger Gefäßvegetationsversuche, ausgedrückt im Durchschnitt von m % je neun Düngungsarten eines Versuches.

Versuchsfrucht	m %	Versuchsfrucht	m %
1922		1926	
Sommergerste	5,01	Sommergerste	2,19
Kartoffel	2,75	Blaue Lupinen	2,61
Hafer	1,73	Sommergerste	1,75
Ackerbohnen	1,27	Rotklee, 1. Schnitt	3,68
Hafer	1,15	" 2. " 	2,31
		Wiesenschwingel, 1. Schnitt .	2,43
		" 2. " 	1,42
1923		Knautgras, 1. Schnitt	3,11
Kartoffel	1,45	" 2. " 	1,75
Winterroggen	1,99	" 3. " 	1,60
Kartoffel	1,97	Sommerweizen	1,24
Hafer	0,94	Sommerroggen	2,13
Ackerbohnen	3,36	Wiesenhafer, 1. Schnitt . . .	1,39
		" 2. " 	1,69
		" 3. " 	1,88
1925		Schließmohn	2,49
Sommergerste	1,47	Sommergerste	1,49
" 	1,14	Hafer	2,86
" 	2,85	Mohrrüben	2,11
" 	0,80	Wiesenfuchsschwanz, 1. Schnitt	3,53
Ackerbohnen	1,05	" 2. " 	1,66
Sommerweizen	1,27	" 3. " 	1,14
Spinat	3,00	Rotklee, 1. Schnitt	2,26
Hafer	1,19	" 2. " 	2,93
Gelbe Lupinen	2,31	" 3. " 	1,42
Zuckerrüben	2,62	Erbsen	3,30
Stoppelrüben	0,98	Knautgras, 1. Schnitt	1,37
Luzerne, 1. Schnitt	1,60	" 2. " 	3,69
" 2. " 	2,70	Mais	2,64
" 3. " 	2,71	Sommerroggen	1,58

Maiwalds (61) Beurteilung der ortsfesten Aufstellung, wonach die Gesamtheit der hier obwaltenden Bedingungen zu einem schlechten Durchschnitt des Ertrages aus den 4 Gefäßen einer Düngungsart führen müsse, entspricht demnach nicht den tatsächlichen Verhältnissen.

Die weiteren Einwendungen gegenüber der Aufstellung ohne täglichen Standortwechsel befassen sich mit der Regelung der Belichtung, Erwärmung und Wasserverdunstung der einzelnen Gefäße. Maiwald legt bei seinen Betrachtungen diesen Faktoren eine Bedeutung zu, die sich nach unseren, sich auf umfangreiches Zahlenmaterial stützenden Untersuchungen nicht mehr aufrechterhalten läßt.

Es bestehen zwar Unterschiede in der Belichtung und Erwärmung zwischen den Gefäßen der Ost- und Westseite. Diese sind aber, in ihrer Gesamtheit betrachtet, so gering, daß sie nicht, wie Maiwald annimmt, auf die Entwicklung der Pflanzen „bestimmt“ Einfluß haben und bei nur vier Gefäßen je Düngungsart geradezu „verhängnisvoll“ für ein gleichmäßiges Ergebnis werden.

Ähnliche Schlußfolgerungen sind hinsichtlich des absoluten und relativen Wasserverbrauches zu ziehen. Die sich hier zeigenden größeren Schwankungen der Einzelwerte und die dadurch mit größeren Fehlern behafteten Durchschnitte sind jedoch nicht auf die Aufstellungsart der Gefäße allein zurückzuführen, sondern müssen in der Hauptsache den solchen Untersuchungen entgegenstehenden Schwierigkeiten zugeschrieben werden. Diese Vermutung fand ihre Bestätigung beim Vergleich unserer Ergebnisse mit jenen anderer Versuchsansteller.

Ebensowenig konnte bei der vorliegenden Untersuchung ein sich scharf ausprägender Einfluß der Licht- und Schattenunterschiede bei der starren Anordnung der Gefäße in der Süd-Nordrichtung festgestellt werden. Es zeigen zwar die Erträge bei dem durchwegs gleichheitlich angesetzten Versuch auf Wagen 11 steigende Tendenz in der Richtung nach Süden, die Abweichungen zwischen den einzelnen Düngungsarten liegen aber innerhalb der dreifachen mittleren Schwankung, die hier erzielten Erträge können somit innerhalb dieser einander gleichgesetzt werden.

Diese Beeinflussung in der Nord-Südrichtung wird aber, wie Pfeiffer (62) im Gegensatz zu Maiwald selbst sagt, auch durch die Einrichtung des Drehkreuzes nicht voll ausgeschaltet, da ja, wenn mehrere Drehkreuze und somit Gruppen von je 4 Gefäßen

auf einem Wagen angebracht sind, diese Gruppen ihren Standort in der Nord-Südrichtung nicht verändern. Es sind also auch hier jene Fehlerquellen noch nicht beseitigt, die sich ergeben aus dem verschiedenartigen Wachstum der Pflanzen jedes einzelnen Versuchsgliedes und des dadurch bedingten Einflusses auf die übrigen Versuchsglieder. Pfeiffer hält jedoch diese Fehler für nicht erheblich. Vogel (63) mißt diesen Einflüssen bei Versuchen mit langlebigen, vieljährigen und hohen Wuchs zeigenden, im Gartenbau und Obstbau häufigen Pflanzen einen größeren Wert bei als bei Versuchen mit kurzlebigen, einjährigen und niedrigen Pflanzen. Diesem Umstande wurde deshalb bei der Einrichtung der Vegetationsversuchsanlage der Höheren Staatslehranstalt für Gartenbau Weihestephan in der Weise Rechnung getragen, daß die Brücke der Vegetationswagen in so viele Teile gegliedert wurde als Versuchsglieder auf diesem untergebracht werden sollten. Dadurch ist auch ein Wechsel des Standortes der Gefäße in der Nord-Südrichtung möglich.

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß die hier geübte Aufstellungsart der Gefäße hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit die ihr zuteil gewordene, ungünstige Beurteilung nicht verdient und daß mindestens bei den kurzlebigen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen auf die tägliche Standortsveränderung verzichtet werden kann, ohne nennenswerte Versuchsfehler herbeizuführen. Ohne deswegen die Vorteile der Einrichtung des Drehkreuzes verkennen zu wollen, besitzt die starre Versuchsanordnung neben der Möglichkeit, viereckige Gefäße ohne Schwierigkeiten zu verwenden, noch den Vorzug, daß eine größere Anzahl von Gefäßen auf einem verhältnismäßig kleinen Raum Aufstellung finden kann und somit die Anschaffungskosten, wie auch der Raumbedarf sich erheblich niedriger gestalten.

X. Zusammenfassung.

1. Die Art der Regelung der Standorts- und Wasserverhältnisse bei Vegetationsversuchen mit ortsfester Aufstellung der Gefäße wurde bei zwei Versuchen zu Sommergerste und Sommerroggen untersucht.

2. Die Untersuchungen waren insofern schwierig, da einerseits einige hier einschlägige Faktoren sich nicht streng differenzieren ließen, andererseits für verschiedene Beobachtungen zahlenmäßige Ergebnisse mangels geeigneter bzw. genügender Be-

stimmungsmethoden und Meßeinrichtungen nicht gewonnen werden konnten.

3. Es mußte daher teilweise eine indirekte Betrachtungsweise Anwendung finden, welche aus der Gesamtheit der Ergebnisse von umfangreichen Beobachtungen und Untersuchungen während des Versuchsverlaufes Rückschlüsse über den Einfluß der einzelnen Faktoren zu ziehen versuchte.

4. Als besonders wertvoll und für diese Untersuchungen für unumgänglich notwendig, erwies sich die Anwendung der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung auf sämtliche Ergebnisse.

5. Die bei diesen Versuchen erhaltenen Ergebnisse und deren Genauigkeit befriedigen durchaus und erweisen sich als geeignet für Schlußfolgerungen.

6. Eine ungünstige Beurteilung der Brauchbarkeit von Versuchen mit ortsfester Gefäßaufstellung im Sinne Maiwalds entspricht nicht den tatsächlichen Verhältnissen.

7. Bei der hier üblichen Anordnung der Gefäße auf nur einem Wagen, unter Verwendung von Randgefäßen, bei welcher eine zu große Ausdehnung einer Versuchsreihe in der Nord-Südrichtung vermieden wird, kann mindestens bei den kurzlebigen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen auf eine tägliche Standortsveränderung verzichtet werden, ohne nennenswerte Versuchsfehler herbeizuführen.

8. Die starre Versuchsanordnung besitzt neben der Möglichkeit, viereckige Gefäße ohne besondere Schwierigkeiten zu verwenden, noch den Vorzug, daß eine große Anzahl von Gefäßen auf verhältnismäßig kleinem Raum Aufstellung finden kann und somit die Anschaffungskosten der Versuchseinrichtungen wie auch der Raumbedarf sich erheblich niedriger gestalten.

9. Die bei diesen Versuchen erhaltenen Ergebnisse für den relativen Wasserverbrauch von Sommergerste und Sommerroggen zeigen eine weitgehende Annäherung an die von Hellriegel ermittelten Werte. Der berechnete relative Wasserverbrauch von Sommerroggen deckt sich fast vollkommen mit dem durch den nämlichen Forscher für diese Frucht festgestellten Durchschnittswerte.

XI. Literaturverzeichnis.

1. Sachs, J., Über die Hindernisse bei Vegetationsversuchen in geschlossenen Räumen. Landw. Versuchsst., 2, 1860, S. 201.
2. Pfeiffer, Th., Der Vegetationsversuch als Hilfsmittel zur Lösung von Fragen auf dem Gebiete der Pflanzenernährung. Berlin 1918, S. 140.

3. Hellriegel, H., Grundlagen des Ackerbaues. Braunschweig 1883, S. 363.
4. Wolff, E., Beschreibung des Vegetationshauses der K. landw. Versuchsstation Hohenheim. Landw. Versuchsst., 8, 1866, S. 485.
5. Nobbe, F., Tätigkeitsbericht aus der physiologischen Versuchsstation zu Tharandt. Landw. Versuchsst., 12, 1869, S. 477.
6. Hissink, J., Die Festlegung des Ammoniakstickstoffes durch Permutit und Tonboden, und die Zugänglichkeit des Permutit-Stickstoffs für die Pflanze. Landw. Versuchsst., 81, 1913, S. 407.
7. Hellriegel, H., Arb. d. D. L. G., Heft 34, S. 15.
8. Wagner, P., Die Stickstoffdüngung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin, Parey 1892.
9. Blank, E., Der exakte Vegetationsversuch in seiner praktischen Ausführung. Fühlings landw. Ztg., 64, 1915, S. 102.
10. Ulbricht, R., Landw. Versuchsst., 52, 1899, S. 394.
11. Pfeiffer, Th., a. a. O., S. 168.
12. Ehrenberg, P. und Schulze, K., Journ. f. Landw., 64, 1916, S. 146.
13. Wagner, P., Landw. Jahrb. 12, 1883, S. 584.
14. Mitscherlich, E. A., Methodik der Versuche in Vegetationsgefäßen und auf den Versuchsfeldern. Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden. Abt. XI, Berlin 1924, S. 221.
15. Pfeiffer, Th., a. a. O., S. 166ff.
16. Maiwald, K., Regelung der Standorts- und Wasserverhältnisse bei Versuchen in Vegetationsgefäßen. Fortschr. d. Landw., 2, 1927.
17. Pfeiffer, Th., a. a. O., S. 167.
18. Strobel, A. und Scharrer, K., Die Vegetationsanlagen des Agrikulturchemischen Institutes der Hochschule Weihenstephan. Fortschr. d. Landw., 1, 1926, S. 457.
19. —, Persönliche Mitteilung von Ministerialdirektor Prof. Dr. Ahr, München.
20. Pfeiffer, Th., a. a. O., S. 20.
21. —, a. a. O., S. 29.
22. —, a. a. O., S. 29.
23. Schulze, C., Einige Beobachtungen über die Einwirkung der Bodensterilisation auf die Entwicklung der Pflanzen. Landw. Versuchsst., 65, 1907, S. 139.
24. Ahr, J. und Mayr, Chr., Gerstensorten und Düngung. 1919, S. 3.
25. —, Am Institut für Agrikulturchemie und Bakteriologie der landwirtschaftlichen Hochschule Berlin-Dahlem sind neben runden Gefäßen auch solche von viereckiger Form vorhanden.
26. —, Persönliche Mitteilung von Prof. Dr. H. Kaserer, Hochschule für Bodenkultur, Wien.
27. —, Mitteilung von Prof. Dr. W. Malherbe, Universität Stellenbosch, Südafrika.
28. Köppen, W., Klimakunde. Berlin, Göschen 1918.
29. Jordan, S., Handbuch der Vermessungskunde, 1, 1895.
30. Strobel, A. und Schropp, W., Zur Anwendung der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung im neuzeitlichen Versuchswesen. Fortschr. d. Landw., 1, 1926, S. 567.
31. Pfeiffer, Th., Blank, E. und Flügel, M., Wasser und Licht als Vegetationsfaktoren und ihre Beziehungen zum Gesetze vom Minimum. Landw. Versuchsst., 76.

32. Pfeiffer, Th., a. a. O., S. 180.
 33. Strobel, A. und Scharrer, K., a. a. O.
 34. Pfeiffer, Th., a. a. O., S. 193.
 35. Pilaski, W., Über den Wasserverbrauch der hauptsächlichsten Kulturpflanzen. Bot. Arch., **15**, Heft 5—6, 1926, S. 325.
 36. Gehrman, E., Untersuchungen über den Wirkungsfaktor Wasser mit besonderer Berücksichtigung von Futtergewächsen bei mehreren Schnitten. Landw. Jahrb., **65**, 1927, S. 893.
 37. Pfeiffer, Th., a. a. O., S. 193.
 38. Seelhorst, C. v., Journ. f. Landw. 1906, S. 187.
 39. Wollny, Der Einfluß der Pflanzendecke und Beschattung auf die physikalischen Eigenschaften und die Fruchtbarkeit des Bodens.
 40. Seelhorst, C. v., Versuchskästen zur Bestimmung des Wasserbedürfnisses der hauptsächlichsten Wiese- und Weidegräser. Journ. f. Landw. 1914.
 41. Hellriegel, H., Grundlagen, S. 456.
 42. Wollny, a. a. O.
 43. Wilms J., Journ. f. Landw., **47**, 1899, S. 261.
 44. Wilfarth und Wimmer, Arb. d. D. L. G., Heft 68, S. 24.
 45. Pfeiffer, Th., a. a. O., S. 199ff.
 46. Lemmermann, O., Untersuchungen über einige Ernährungsunterschiede der Leguminosen und Gramineen und ihre wahrscheinliche Ursache. Landw. Versuchsst., **67**, 1907.
 47. Sleiskin, P., Russ. Journ. f. exp. Landw., **9**, 1908, S. 482.
 48. Maxweil, W., Bodenausdunstung und Pflanzentranspiration. Landw. Versuchsst., **51**, 1899.
 49. Pilaski, W., a. a. O.
 50. Gehrman, E., a. a. O.
 51. Hellriegel, H., a. a. O.
 52. —, a. a. O., S. 624ff.
 53. Lemmermann, O., a. a. O.
 54. Maxweil, W., a. a. O.
 55. Hellriegel, H., a. a. O.
 56. Wollny, a. a. O., S. 123
 57. Wilms, J., a. a. O., S. 261.
 58. Pfeiffer, Th., a. a. O., S. 193.
 59. Strobel, A. und Schropp, W., a. a. O.
 60. Schropp, W., Über die Methode des Vegetationsversuches. Ztschr. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde. Teil A, **12**, 1928, S. 329.
 61. Maiwald, H., a. a. O.
 62. Pfeiffer, Th., a. a. O., S. 169.
 63. Vogel, F., Zur Technik der Anstellung von Gefäßvegetationsversuchen im Gartenbau. Die Gartenbauwissenschaft 1929.
-

Wechselweizen.

Von

C. Flaksberger, Leningrad.

In der letzten Zeit fängt man im praktischen Leben an, den „Wechselweizen“ Interesse zuzuteilen, d. h. solchen Formen von Weizen, welche sowohl im Frühjahr, als auch im Herbst ausgesät werden können. Derartige Weizen sind schon längst in Deutschland, Frankreich und einigen anderen Ländern bekannt. In Deutschland werden sie „Wechselweizen“ genannt.

Bei Werner¹⁾ werden viele Sorten angeführt (mehr als 50) mit Hinsicht auf ihren Anbau als Winter- sowie auch als Sommerkulturen. Bei Becker²⁾ werden der Gruppe „Wechselweizen“ (S. 256) die französischen Sorten „Blé bleu de Noé“, d. h. Weizen „Noé“, und „Blé de Bordeaux“, zugeteilt, und aus der Tschechoslowakei „Roter Wechselweizen“³⁾. In der Kollektion des Institutes für angewandte Botanik in Leningrad gibt es ein Muster aus Österreich unter dem Namen „Böhmischer Wechselweizen“. In Deutschland, in Frankreich werden die *Tr. monococcum* gewöhnlich im Herbst ausgesät, doch geben sie auch bei Frühjahrsaussaat eine Ernte. Währenddessen haben alle meine vieljährigen Saatkulturen von kultivierten *monococcum*, aus den verschiedensten Ländern, gezeigt, daß sie Sommerweizen⁴⁾ sind, während die wilden *Tr. aegilopoides* echte Winterweizen darstellen. In Aserbaidshan (Transkaukasien) wird der südrussische echte, durch Sektanten verschleppte Sommer-Hartweizen „Kubanka“ (*Tr. durum hordeiforme*), gewöhnlich im Herbst ausgesät, wovon ich mich bereits im Jahre 1913, während meiner Expedition durch Transkaukasien, überzeugen konnte.

Im Institut für angewandte Botanik befinden sich langjährige Daten über Aussaaten der reichhaltigsten Assortimente von Weizen,

¹⁾ Werner, Sorten und Anbau des Getreides. Berlin-Bonn, 1885.

²⁾ Becker, Handbuch des Getreidebaues. Berlin, 1927.

³⁾ Becker weist auf die Arbeit von Stehlik in Zemedelsky, Archiv XI, 1921, S. 335—365 in tschechischer Sprache hin, die den „Wechselweizen“ gewidmet ist, jedoch ist es mir bis jetzt nicht gelungen, die Arbeit zu bekommen.

⁴⁾ Kultivierte Wintereinkornweizen zu finden ist mir nicht gelungen, ungeachtet des Vorhandenseins von Assortimenten aus allen Weltgegenden.

welche die Frage über „Wechselweizen“ gewissermaßen beleuchten können.

Schon im Jahre 1908 wurden von dem ehemaligen Bureau für angewandte Botanik des Gelehrten-Komitees Aussaaten von Weizen verschiedenen Ursprungs auf einem Felde begonnen, Saaten, die in den letzten Jahren zu Saaten von weltumfassenden Weizen-assortimenten angewachsen sind.

Im Frühjahr 1909 wurde in Sagnitz (ehem. Gouv. Livland), jetzt Estland¹⁾ eine Sommeraussaat ausgeführt von 141 Weizenmustern, aus dem ehem. Rußland (inkl. Beßarabien, Polen, Littauen), aus Schweden und Deutschland stammend. 66 Muster dieses Assortimentes waren echte Sommerweizen und 75 Muster echte Winterweizen. Alle Sommerweizen erzeugten Halme und gaben eine Ernte, während die Winterweizen sich den ganzen Sommer bestockten und keine Halme bildeten, d. h. es ergab sich das allgemeine Faktum, welches den Unterschied zwischen den Sommer- und Winterweizen charakterisiert²⁾.

Im Herbst (1. 9. 1909) wurde jede der 75 Parzellen von Winterweizen zur Hälfte abgemäht und in solchem Zustand (abgemäht und nicht abgemäht) wurden die Parzellen eingeschnitten. Im Frühjahr des Jahres 1910 war der erste Eindruck ein solcher, als wenn alle 75 Parzellen abgefault wären, später jedoch erholten sich die Gewächse, bildeten Halme und gaben eine Ernte. Unter den Verhältnissen in Sagnitz überwinterten die abgemähten Teile der Parzellen besser, da die unabgemähten infolge der feuchten Bedingungen dieses Rayons offenbar anfaulten. Die Ährenbildung der Muster erfolgte zu normaler Zeit: die früheren bildeten am 26. 5. Ähren und wurden am 28. 7. eingeerntet (7 Muster), die spätesten bildeten am 2.—3. 6. Ähren (17 Muster) und wurden am 9. 8. eingeerntet. Die Ährenbildung der übrigen fand zwischen diesen Zeitpunkten statt, die Mehrzahl jedoch bildete vom 28.—29. 5. Ähren. Auf diese Weise bildeten die im Frühjahr (6. 5. 1909) ausgesäten Winterformen in demselben Sommer keine Halme und gaben keine Ernte, die der Überwinterung überlassenen gaben im nächsten Sommer eine Ernte zu normaler Zeit, als wenn sie im Herbst aus-

¹⁾ In der vorliegenden Arbeit sind von mir die früheren Fundorte auf die gegenwärtigen Grenzen übergeführt.

²⁾ Über diesen allgemeinen Unterschied der Sommer- und Winterweizen hat z. B. auch schon R. Regel geschrieben (*L'organisation et les travaux du Bureau de botanique appliquée pendant vingt ans de son fonctionnement.* 1915.)

gesät worden wären. Die ganze Vegetationszeit dauerte länger als 13 Monate (Aussaat am 6. 5. 1909, Ernte am 28. 7.—9. 8. 1910).

Derartige Saaten wurden späterhin nach meinem Plan, auf vielen Versuchsfeldern, mit den gleichen Resultaten¹⁾ vorgenommen.

In den letzten Jahren, so z. B. in Detskoje Selo (bei Leningrad), wird von mir sogar das Umpflanzen von Gewächsen angewandt, welches Verfahren auf ihre Entwicklung wenig einwirkt. Angewandt wird eine derartige Methode hauptsächlich in den Fällen, wenn das Muster ein Gemisch von Sommer- und Winterweizenformen enthält, die sich durch die Körner nicht unterscheiden lassen. Die Sommerweizen werden denselben Sommer fortgeräumt, die Winterweizen der Überwinterung überlassen. Dieses ist die genaueste Art und Weise gemischte Muster zu teilen.

Außer derartigen Frühjahrsaussaaten von Sommer- und Winterweizen werden durch die Weizenabteilung in großem Maßstab Herbstsaaten echter Winter- und echter Sommerweizen vollführt. Schon im Herbst des Jahres 1909²⁾ wurde eine solche Saat (66 Muster), auf die Bitte des Bureau für angewandte Botanik hin, auf dem Versuchsfeld von Karajasi (Tiflisser Gouv.) vorgenommen, wobei die Sommerformen dort ebensogut überwinterten, wie die Winterweizen. Im Herbst jedoch des Jahres 1909 wurde auf dem Bogorodischen Versuchsfeld (Gouv. von Kursk) eine Wintersaat von 260 Weizenmustern, von denen 117 echte Sommerweizen waren, vorgenommen; die Muster stammten aus Europa, aus Teilen von Rußland, aus der Ukraine, vom Altai, aus der Mittelasiatischen Republik (ehem. Turkestan), aus Grusien, Beßarabien, Polen, Litauen, Deutschland, der Mandschurei und aus Kanada (inkl. der Weizen „Marquis“). Alle 117 Muster von Sommerweizen überwinterten und gaben eine Ernte, jedoch zeigte die am 3. 4. 1910 vorgenommene Schätzung der unter dem Schnee hervorgekommenen Parzellen nach dem 5-Ball-System eine schlechte Überwinterung der Sommerformen:

¹⁾ Was das Abmähen anbetrifft, so blieb dasselbe auch späterhin fast unverändert, da hier die Dichtigkeit der im Laufe des Sommers bestockten Gewächse von Bedeutung ist, sowie auch die klimatischen Bedingungen. Abhängig von diesen Faktoren ergibt sich eine verschiedene Überwinterung, gleich wie bei normaler Herbst-Aussaat der Winterweizen.

²⁾ Hierbei werden von mir die ersten Versuche angeführt, welche als Grundlage zu allen späteren Aussaaten dienen.

Winterweizen	{	75	Muster	(90 ⁰ /o)	erhielten	3—5
		8	"	(10 ⁰ /o)	"	1—2
Sommerweizen	{	104	"	(89 ⁰ /o)	"	1—2
		13	"	(11 ⁰ /o)	"	3—5

Auf diese Weise hat sich deutlich erwiesen, daß die Sommerweizen in Massen die Überwinterung schlechter ertragen als die echten Winterweizen. Jedoch haben 11⁰/o von genügend gut überwinterten Sommerweizen gezeigt, daß sich unter ihnen gegen Frost widerstandsfähige Formen befinden und solche die gegen Frost weniger widerstandsfähig sind. Was den Zeitpunkt der Ährenbildung und die Reifezeit der Sommerweizen anbetrifft, so machten einige Muster diese Entwicklungsphasen gleichzeitig mit den echten Winterweizen durch, ein Teil durchschritt diese Phasen früher und ein Teil später. Dieses weist darauf hin, daß der Unterschied in der Zeit der Entwicklungsphasen mehr von der Individualität der Sorte abhängt, als von der Art und Weise der Winterkultur.

In demselben Herbst des Jahres 1909 wurde eine Aussaat von 231 Mustern¹⁾ vorgenommen (im Petrokowschen Gouv., Polen). Sowohl alle echten Winter-, als auch alle echten Sommerweizen überwinterten gleich gut. Die Schätzung der einen, sowie der anderen betrug 4—5, und nur vereinzelte Parzellen erhielten nach dem 5-Ball-System 3. Ebensogut überwinterten auch die *Tr. durum*, welche in die Zahl der im Herbst ausgesäten Muster mit eingeschlossen waren. Die Qualität der Ernte war jedoch eine verschiedenartige; so gaben die *Tr. durum* eine sehr schlechte Ernte. Im allgemeinen konnte man, dieser Saat nach zu urteilen, den Schluß ziehen, daß die Qualität der Ernte von der Individualität der Sorte abhing, sowie auch von den klimatischen Bedingungen der Sommervegetationszeit, und nicht von der Überwinterung. D. h., die Sommerformen der gemeinen Weizen (*Tr. vulgare*), welche im ehemaligen Petrokowschen Gouv. bei normaler Frühjahrssaat gewöhnlich eine genügende Ernte geben, gaben eine mehr oder weniger genügende Ernte auch nach der Herbstsaat. Die *Tr. durum*, welche bei der Sommersaat im ehemaligen Petrokowschen Gouv. gewöhnlich eine sehr schlechte Ernte geben, wie die Verbrauchsaussaaten des ehemaligen Bureau für angewandte Botanik gezeigt

¹⁾ Fast alles die gleichen Muster wie im Kursk Gouv.

haben, gaben auch bei der Herbstsaat eine schlechte Ernte. Die Winterkultur hat die Ernte nicht im mindesten verbessert. Das Prüfen mit darauffolgenden Saaten ergab die gleichen Resultate. Die Herbstaussaat vom Jahre 1910/11 (235 Muster von Winter- und 315 Muster von Sommerweizen) auf dem Bogorodischen Versuchsfeld (Kursk-Gouv.) gab folgende Resultate:

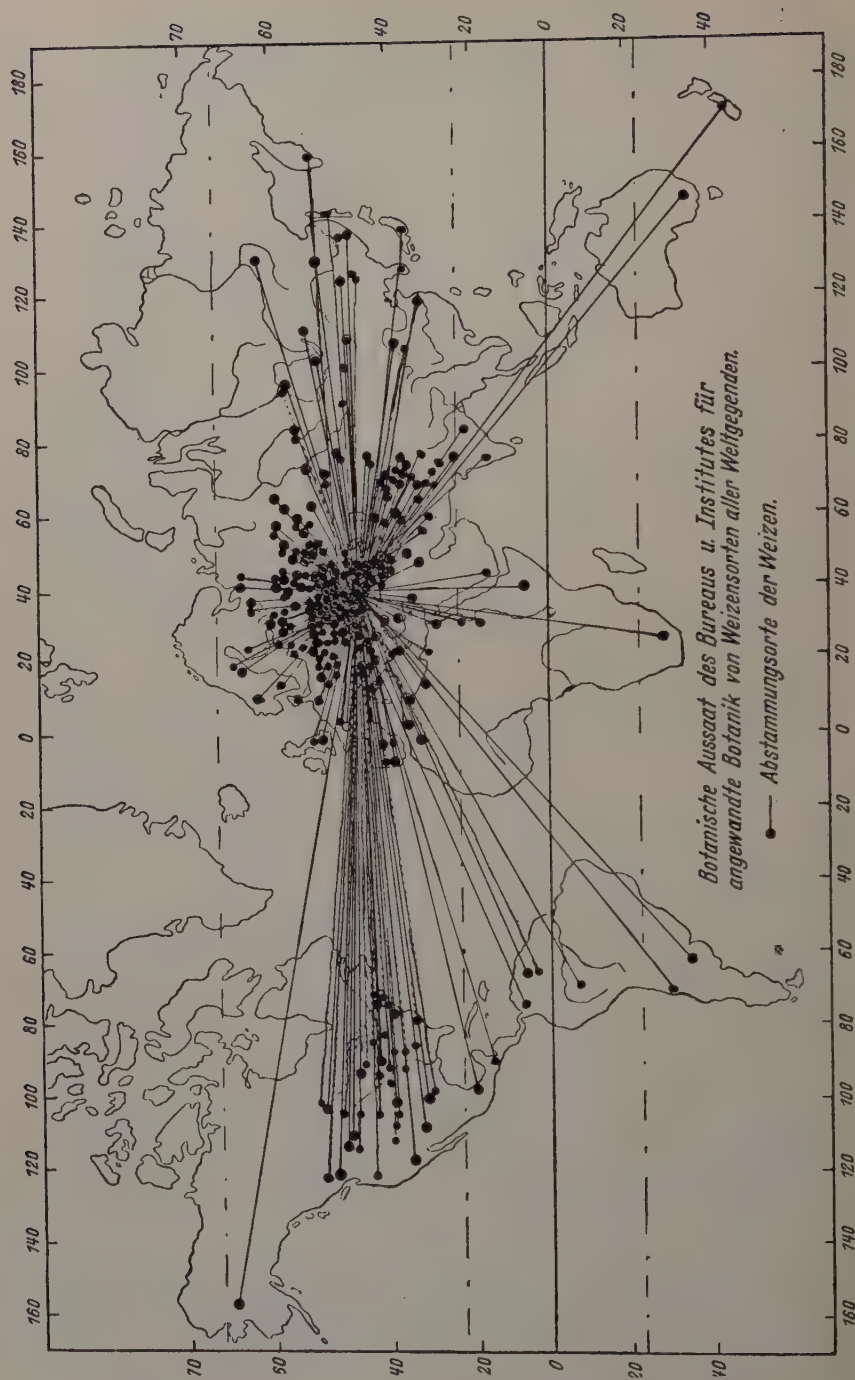
Von den echten Winterweizen	{	überwinterten	89%
		froren aus	11%
Von den echten Sommerweizen	{	überwinterten	12%
		froren aus	88%

Auf diese Weise hat diese Aussaat die Daten der vorhergehenden Wintersaaten der Jahre 1909/10 bestätigt, nämlich, daß die im Herbst ausgesäten Sommerweizen überwintern können, jedoch von den Bedingungen des Winters abhängig sind, daß die Sommerweizen weniger widerstandsfähig gegen Frost sind als die Winterweizen, und daß unter den Sommerweizen sich Formen von einigermaßen verschiedener Widerstandsfähigkeit gegen Frost befinden.

Die Wintersaaten in Terte (Elisawetpol. Gouv., Transkaukasien) gaben die gleichen Resultate, wie auch das Karajasische Versuchsfeld. Sogar die Mehrzahl der Sommerweizen gab eine bessere Ernte als bei der Sommersaat. Hier übte die Winterkultur auf die Entwicklung der Mehrzahl von Sommerweizen eine wohlthuende Wirkung aus.

In den letzten Jahren wurden zu derartigen Aussaaten Sammlungen von Weizensorten aller Weltgegenden herangezogen (siehe d. Karte), wobei 3000—5000 Muster auf einem Felde¹⁾ ausgesät wurden. Die Hauptwintersaaten wurden in den Jahren 1924/25 und 1925/26 ausgeführt, auf der Kubanschen Gebiets-Versuchstation (nahe bei Krasnodar), und in den Jahren 1926/27 und 1927/28 auf der Gandshinschen Selektionsstation (Aserbaidshan, Transkaukasien) und auf der Turkestanischen Versuchstation (nahe bei Taschkent). Auf diesen letzten Punkten mußte Halt gemacht werden, da dieselben eine Ernte der Sammlungen von Weizen

¹⁾ Es wurden Muster ausgesät aus einer ganzen Reihe von europäischen Ländern, aus Asien (Mongolei, Afghanistan, Indien und eine Reihe von anderen), aus Klein-Asien, aus Nordafrikanischen Ländern (inkl. Abessinien), aus Australien und Amerika.



aller Weltgegenden besser garantieren als andere Punkte. Im allgemeinen geben in Gandsha und bei Taschkent beinahe alle Sommerweizen, fast aller Weltgegenden, bei Wintersaaten eine mehr oder minder gute, und für viele Weizen sogar eine bessere Ernte als bei Sommersaaten¹⁾. Natürlich hatten sich die ausschließlich schlechten Winterverhältnisse 1927/28 auch in Gandsha fühlbar gemacht, doch hatten sie auch auf die Winterweizen eingewirkt, weshalb solche Fälle als Ausnahmen zu betrachten sind.

Indem wir die vieljährigen Versuche mit den reichhaltigsten Weizenassortimenten aller Weltgegenden resumieren, müssen wir den endgültigen Schluß daraus ziehen, daß alle Sommerweizen der Welt fähig sind, die Überwinterung ertragen zu können. Weizen, welche nicht fähig sind, zu überwintern, sind nicht gefunden worden, ungeachtet der Versuche, die mit 25000 Mustern aller Weltgegenden vorgenommen wurden. Die Frage muß anders gestellt werden. Die Sommerweizen erwiesen sich zum Überwintern in der Mehrzahl weniger fähig, als die Winterweizen, doch kann man auch zwischen den ersteren solche unterscheiden, die mehr oder weniger widerstandsfähig gegen Frost sind. Es kommt also hauptsächlich einerseits auf den Grad der Widerstandsfähigkeit einzelner Sommerweizensorten im Vergleich zu den Bedingungen der Überwinterung an, andererseits kommen die klimatischen Verhältnisse des Winters in Frage (mild, streng usw.). Es gibt Rayons, in denen eine beliebige Sommersorte bei Herbstkultur vollständig ausfriert, und Rayons, in denen dieselbe Sommersorte bei Winterkultur ausgezeichnet überwintert und sogar eine bessere Ernte gibt; auch gibt es Zwischenrayons, in denen die Überwinterung von den milderen oder strengeren klimatischen Verhältnissen abhängt.

Hieraus kann der Schluß gezogen werden, daß besondere Weizenformen von „Wechselweizen“ nicht existieren; alle „Wechselweizen“ sind echte Sommerweizen, die vielleicht dem Frost ein wenig besser widerstehen als andere Sommerweizen. In diesem Sinne sind alle Sommerweizen der Welt „Wechselweizen“, die imstande sind, einen gewissen Ruhezustand zu ertragen. Die ganze Frage Wechselweizen betreffend beruht auf einem Irrtum. „Wechsel-

¹⁾ Auf diese Weise sind in diesen Rayons die im Herbst ausgesäten Weizen nicht immer echte Winterweizen, sondern können auch echte, im Herbst ausgesäte Sommerweizen sein, die jedoch nur infolge des Zeitpunktes ihrer Aussaat fälschlicherweise manchmal Winterweizen genannt werden.

weizen“ sind gerade in den Rayons bekannt (Deutschland, Österreich, Frankreich usw.), in denen die milden Winter eine Winterkultur von Sommerweizen¹⁾ zulassen.

Der Weizen „Noé“, welcher bei Becker „Wechselweizen“ darstellt, in den französischen Arbeiten jedoch für „Blé d'automne et d'hiver“ angesehen wird, erweist sich als echter Sommerweizen, der bei uns, im Herbst ausgesät, ausfriert, wie z. B. im Kursk Gouv., jedoch fähig ist, in Kuban und Transkaukasien zu überwintern.

Bei den Wechselweizen habe ich am 12. Tage nach dem Erscheinen der Keimlinge den Vegetationskegel studiert; derselbe erwies sich als ähnlich demjenigen der Sommerweizen, unterschied sich aber von dem der Winterweizen²⁾. Der Sommerweizen „Marquis“ hatte einen Kegel mit kaum bemerkbaren Auswüchsen (siehe Abb. 1), während der Saratowsche Winterweizen Nr. 1060/10 bei der gleichen Vergrößerung einen zweimal kleineren und vollständig glatten Vegetationskegel zeigte (siehe Abb. 2). Ungefähr dieselben Unterschiede ergaben sich auch bei anderen untersuchten Weizen, wobei bei einigen Keimlingen der Sommerweizen der Vegetationskegel sich schon verlängerte und ganz deutliche Auswüchse zeigte, wie z. B. bei dem Sommerweizen „Noé“ aus dem Omsker Gouv. (siehe Abb. 3). Der „Böhmische Wechselweizen“ aus Österreich hatte bei einigen Keimlingen einen Kegel, demjenigen des Weizens „Marquis“ gleichend, bei anderen einen solchen, der sich mehr demjenigen des Weizens „Noé“ aus dem Omsk. Gouv. näherte. Auf diese Weise erwies sich der Vegetationskegel bei den „Wechselweizen“ ähnlich dem, des von mir durchgesehenen Sommerweizens und unterschied sich von dem der Winterweizen³⁾.

¹⁾ Zwischen den Gersten gibt es gleichfalls „Wechselgersten“, welche R. Regel gleichfalls als echte Sommerformen angesehen hat. (R. Regel, L'organisation et les travaux du Bureau de botanique appliquée pendant vingt ans de son fonctionnement. Bureau für angew. Bot., VIII., 1915, S. 532.

²⁾ Wurden ausgesät in Töpfen; Keimlinge erschienen am 16. 5., der Vegetationskegel wurde am 28. 5. 1919 untersucht.

³⁾ Wie mir bekannt ist, werden auf der Selektionsstation von Gandsha, welche die Vegetationskegel bei verschiedenen Weizen studiert hat, die verschiedenen Merkmale derselben bereits dazu benutzt, die Winter- und Sommerweizen nach sehr jungen Pflänzchen zu bestimmen. Inwieweit diese Kennzeichen für Winter- und Sommerweizen verallgemeinert werden können, wage ich bis jetzt noch nicht zu bestimmen, da ich sie nicht in Massen studiert, sondern während meiner Arbeiten nur einige Weizen untersucht habe.

Von den „Wechselweizen“, d. h. den Sommerweizen von verhältnismäßig größerer Widerstandsfähigkeit gegen Frost, die die Winterkultur an Orten mit mildem Winter zulassen, müssen die Winterweizen unterschieden werden, die bei Frühljahrsaussaat manchmal Halme bilden. Hierbei müssen 2 Fälle unterschieden



Abb. 1.



Abb. 2.



Abb. 3.

- Abb. 1. Vegetationskegel des Sommerweizens „Marquis“ am 12. Tage nach dem Erscheinen der Keimlinge.
 Abb. 2. Vegetationskegel des Winterweizens „Saratow 1060/10“ am 12. Tage nach dem Erscheinen der Keimlinge.
 Abb. 3. Vegetationskegel des Sommerweizens „Noé“ (Omsk) am 12. Tage nach dem Erscheinen der Keimlinge.

Vergrößerung 30 mal. Originalzeichnungen von Regjsko.

werden. Der erste, den R. Regel¹⁾ hinsichtlich der Gerste erwähnt, ist der, daß die echten Winterformen bei normaler Frühlingsaussaat keine Halme bilden wollen, jedoch bei stärker sich äußernden Veränderungen der Außenbedingungen, wie z. B. bei ungewöhnlich früher Aussaat, doch Halme bilden und Ernte geben können. In diesem Falle ist offenbar eine, wenn auch nicht lange dauernde, so doch genügende Wirkung von niedriger Temperatur von Bedeutung, um die Bildung von Halmen bei Winterweizen in demselben Sommer hervorzurufen. In diesen Fällen haben wir es jedoch mit Winterweizen zu tun, welche nicht „Wechselweizen“ genannt werden können, da das bei der Ernte gewonnene Korn, bei der Aussaat zu normaler Zeit im Frühjahr, wiederum keine Halme bildet (R. Regel, a. a. O.). Den zweiten Fall bilden Halb-Winterweizen, Rassen, hinsichtlich derer R. Regel darauf hinweist (a. a. O.), daß dieselben, als Winterweizen erscheinend, jedoch infolge noch nicht genau festgestellter Bedingungen, manchmal bei Frühjahrssaaten, teilweise einzelne Halme bilden und sogar Ähren bilden können. Die Entwicklung verspätet sich aber soviel, daß die Ernte nicht voll und sehr niedrig ist. Die Bestockung ist bei diesen Formen ähnlich wie bei Winterweizenformen. Diese Formen darf man auch nicht für „Wechselweizen“ halten. Nach meiner Ansicht müssen sie für Winterformen gehalten werden mit Kennzeichen von Erscheinungen eines der Faktoren von Sommerweizenexistenz. Auf diesen Gedanken führt noch das Faktum, daß derartige Halb-Winterweizenformen sich fast ausschließlich in Gegenden vorfinden, die an die Zentren der Formenbildungen grenzen, wie Turkestan, Afghanistan, Transkaukasien, wo die milden Winter eine Herbstaussaat von Sommerweizen zulassen und teilweise in Rayons, wo der Vegetationsprozeß fast das ganze Jahr möglich ist, während mir aus europäischen Ländern, aus den europäischen Teilen der U. d. S. S. R., aus Sibirien und dem fernen Osten, derartige Formen nicht bekannt sind.

¹⁾ R. Regel. L'organisation etc. a. a. O.

Besprechungen aus der Literatur.

Herzog, Th. Bestimmungstabellen der einheimischen Lebermoosfamilien und -gattungen. 6 Seiten mit 3 Tab. Verlag Gustav Fischer, Jena 1929.

Vorliegende Bestimmungstabellen weichen erfreulicherweise durchaus von den gewöhnlichen Bestimmungsschlüsseln ab, wobei der Bestimmende meist einen ähnlichen Weg wie bei der qualitativen chemischen Analyse durchlaufen muß. An Hand der ausführlichen Herzogischen Tabellen ist der Suchende gezwungen, sämtliche Merkmale in Betracht zu ziehen und wird so vor einer oberflächlichen Bestimmungsarbeit bewahrt und bequem mit der Systematik der Lebermoose in relativ umfangreichem Maße vertraut gemacht. Die Anordnung und die Nomenklatur sind im wesentlichen aus Rabenhorsts Kryptogamenflora („Hepaticae“ von K. Müller) übernommen. Für die systematische Einteilung ist das System von Cavers maßgebend gewesen.

Der Bestimmungsschlüssel gliedert sich in drei Tabellen, von denen eine die thallosen und zwei die foliosen Lebermoose betreffen. Von letzteren beschreibt die erste die vegetativen Merkmale des Gametophyten, während die zweite die Charakteristika der „Blütenregion“ des Gametophyten und Sporophyten aufzählt. Die Tabellen sind so angeordnet, daß die Querreihen sämtliche wichtigen Familien- und Gattungscharaktere ergeben. Dieser Übersichtlichkeit wegen können die Bestimmungstabellen ebenso zu einem kurzen und bequemen Studium der Lebermoos-Systematik dienen. Die den Tabellen vorangesetzten Textseiten enthalten, abgesehen von der Gebrauchsanweisung, noch eine kurze Erläuterung der für die Lebermoose gebräuchlichen Spezialausdrücke. Zusammenfassend sind Übersichtlichkeit und erstrebte Vollständigkeit in der Merkmalaufzählung Hauptvorteile dieser Tabellen.

Bärner, Berlin-Dahlem.

Kobel, F. Zytologische Untersuchungen als Grundlage für die Immunitätszüchtung bei der Rebe. 28 S. und 9 Taf. Separatdruck aus dem Landwirtschaftlichen Jahrbuch der Schweiz. Bern 1929.

Bei der Immunitätszüchtung sollen die Reben durch Bastardierung von *Vitis vinifera*-Arten mit amerikanischen Arten Sorten ergeben, die den Geschmack ersterer und die Widerstandskraft letzterer gegen tierische und pflanzliche Schädlinge besitzen. Hierbei ist die Frage von größter Bedeutung, ob diese Bastarde fertil und ihre entsprechenden Eigenschaften vererbbar sind. Es war also die Bildung, Paarung und das Auseinandergehen der Chromosomen näher zu untersuchen. Die Pollenuntersuchungen wurden hauptsächlich nach der Zupfmethode mit Karminessigsäure vorgenommen. Verf. studierte die Pollenbildung bei den *Vinifera*- und bei den amerikanischen *Euvitis*-Sorten, bei Bastarden zwischen amerikanischen Arten der *Euvitis*-Gruppe, sowie bei Bastarden aus letzteren mit *Vitis vinifera*-Sorten. Die haploide Chromosomenzahl bei verschiedenen *Vitis vinifera*-Sorten beträgt 19. Die Reduktionsteilung verlief völlig normal. Ein Gleiches zeigten die amerikanischen Sorten der *Euvitis*-Gruppe und obengenannte Bastarde. Einer restlosen Paarung der Chromosomen in der Diakinese folgte nach Reduktionsteilung die Tetradenbildung.

Bei der Embryosackentwicklung werden öfters nur drei Tetradenzellen gebildet. Im übrigen verlief auch diese in der für die Dikotyledonen üblichen Weise. Anschließend umschreibt Verf. die Begriffe „weibliche“ und „männliche“ Reben, sowie „intersexe Formen“ und erläutert ihre Geschlechtsverhältnisse.

Die Frage, in welcher Weise sich die Anlagen der Bastarde vererben, dürfte damit gelöst sein. Das Problem, in welcher Weise die Eigenschaften kombinierbar sind, harret noch seiner Lösung. Wenn z. B. die Anlagen für Widerstandsfähigkeit gegen tierische und pflanzliche Schädlinge mit geringer Traubenqualität in ein und demselben Chromosom verankert liegen würden, so muß versucht werden, durch Faktorenaustausch, diese Koppelung zu lösen. Dieses dürfte immerhin schwierig sein, da eine ganze Reihe von Faktoren in Frage kommen. Um einen sicheren Erfolg zu zeitigen, muß die Immunitätszüchtung auf breiter Basis begonnen werden. Dank der Mannigfaltigkeit der Gattung *Vitis* wird es nicht nur gelingen, Widerstandsfähigkeit mit hoher Traubenqualität zu paaren, sondern es werden sich auch Sorten mit neuartigem Geschmack züchten lassen.

Bärner, Berlin-Dahlem.

A. Sprecher von Bernegg. Tropische und subtropische Weltwirtschaftspflanzen. 1. Teil: Stärke- und Zuckerpflanzen. Stuttgart (Enke) 1929.

Das Buch behandelt auf 438 Seiten Reis, Mais, *Sorghum vulgare*, *Manihot utilissima*, *Ipomoea batatas*, Yamswurzel (*Dioscorea*), Taro (*Colocasia antiquorum*), Pfeilwurz (*Maranta arundinacea*), Blumenrohr (*Canna*), *Curcuma*, Arrowroot, Chayote (*Sechium edule*), Sagopalme, Zuckerrohr und Zuckerpalme. Jede Pflanze wird in einem eigenen Abschnitt besprochen, der Geschichtliches, Systematik und Morphologie, geographische Verbreitung, Kultur einschließlich Schädlinge, Herstellung und Eigenschaften des Produktes und Angaben über Weltproduktion und Handel enthält. Entsprechend der Bedeutung der Pflanzen werden sie im einzelnen mehr oder weniger ausführlich behandelt. Zahlreiche gute Abbildungen und Tabellen — z. B. Zusammenstellungen der Schädlinge mit Angaben über Verbreitung, Befallsorgan, Abwehrmaßnahmen — verschaffen außerordentliche Anschaulichkeit noch über den sehr klaren Text hinaus. Das Werk soll vorwiegend praktischen Zwecken dienen, dem Anfänger im Pflanzenbau der warmen Zone das Einarbeiten erleichtern und weiterhin neue Anregungen geben. Es wird großes Tatsachenmaterial auf kleinem Raum gegeben. Bei Angabe der Literatur mußte Verf. sich auf das Wichtigste beschränken. Immerhin sind dies beim Zuckerrohr 100, beim Reis 58 Nummern, die wohl als Wegweiser für eingehendes Studium völlig genügen. Ref. vermißt nur Arbeiten der allerletzten Jahre, da schon 1926 als Erscheinungsjahr sehr selten erwähnt ist. Dabei wäre es besonders zu begrüßen, wenn auch die neuesten Arbeiten zitiert würden.

Kretschmer, Berlin-Dahlem.

Seybold, A. Die physikalische Komponente der pflanzlichen Transpiration. Monographien aus dem Gesamtgebiet der wissenschaftlichen Botanik. Verlag Julius Springer, Berlin, 1929.

Zu dem in der jüngsten wissenschaftlichen Ära heftig angegangenen pflanzlichen Transpirationsproblem liefert Verf. einen kritischen

und umfangreichen experimentellen Beitrag von physikalischer Warte aus. Trotz oder gerade wegen des in der Einleitung ausgesprochenen prinzipiellen Bekenntnisses zum physiologisch-regulativen Eigenwert des pflanzlichen Organismus setzt sich Verf. die Sichtung der Kenntnisse der physikalischen Komponente zur Aufgabe, ein Unternehmen, das von ihm einleitend berechtigterweise als „erste Voraussetzung für jede physiologische Untersuchung“ bezeichnet wird, „welche die Regulation des pflanzlichen Systems zum Gegenstande hat“.

In einem ersten Kapitel werden die physikalischen Grundlagen der pflanzlichen Transpiration abgehandelt. Unter Hinweis auf frühere eigene und zum Teil in Gemeinschaft mit Sierp durchgeführte Arbeiten, wie auch an Hand vieler neuer Experimental-Untersuchungen wird eine Analyse der physikalischen Komponente der kutikularen und stomatischen Transpiration gegeben. Die bekannten künstlichen Verdunstungssysteme (Pappmodelle, perforierte Membranen) boten eine Handhabe dazu. Versuche über die Größe der Scheindiffusion und über die Größe der Randfeldaktivität schließen sich an. Die Theorie des Psychrometers und ihre Bedeutung für Transpirationsuntersuchungen werden eingehend besprochen.

Ein zweites Kapitel ist dem Massenaustausch bei der pflanzlichen Transpiration gewidmet. Es werden die Wasserabgabe in bewegter und unbewegter Luft an den verschiedenen ökologischen Pflanzentypen experimentell untersucht und die Ergebnisse eingehend diskutiert. Von besonderem methodischen Interesse ist das dritte Kapitel, das den Energiewechsel, der an den Massenaustausch gebunden ist, behandelt. Die Temperaturmessungen wurden unter Einhaltung größtmöglicher Konstanz aller Außeneinflüsse (Versuche in einer Dunkelkammer) mit Hilfe von Thermoelementen vorgenommen. Wichtige Tatsachen über Temperaturunterschiede und damit Verdunstungsdifferenzen in den verschiedensten Zonen eines Blattes wurden gefunden. Auch der Einfluß von Haar- und Wachsüberzügen auf den Gang der Transpiration wurde auf dem Umwege über den Energieaustausch ermittelt.

Ein letztes und besonders den Ökologen interessierendes Kapitel ist der Xerophytentheorie Schimpers gewidmet. Verf. geht hier an eine Kritik der modernen ökologischen Transpirationsliteratur heran und versucht — rein von seiner physikalischen Warte aus — für die alte Schimpersche Theorie der eingeschränkten Transpiration der Xerophyten eine Lanze zu brechen. Scheint auch im ersten Augenblick dieses „ökologische Kapitel“ außerhalb des im Titel der Arbeit gegebenen physikalischen Rahmens zu liegen, so ist doch bei dem heutigen (vielfach recht unfruchtbaren) Streite um das Xerophytenproblem eine Kritik vom Verf. nach seinen eingehenden physikalischen Experimentalstudien voll berechtigt. Diesen kritischen Stoß in das in der Botanik heute so unruhige Wespennest des Xerophytenproblems besorgt allerdings Verf. ausgiebig. Auf Grund seiner Befunde tritt er mit aller ihm zu Gebote stehenden Schärfe für die Auffassung Schimpers einer Einschränkung der Transpiration bei den Xerophyten ein: „xeromorphe Strukturen bedingen eine Verzögerung der Transpiration“, und „die absolute oberflächenrelative Transpiration ist bei den Xerophyten geringer“ (S. 177).

Kann und muß mit der ersteren Formulierung heute nach Ansicht des Ref. der Ökologe im allgemeinen einverstanden sein, so wird die zweite allgemeingehaltene Schlußfolgerung des Verf.: „die absolute

oberflächenrelative Transpiration ist bei den Xerophyten geringer“, bei der modernen Ökologie wohl vielfach auf Widerspruch stoßen. Zahlreiche neuere ökologische Untersuchungen kommen zu gegenteiligen Befunden als der Verf. Es kommt eben immer darauf an, welche Xero- und Mesophyten und unter welchen äußeren Bedingungen diese zum Vergleich gebracht werden; außerdem ist die Wahl der Bezugseinheit beim Vergleich des Massenaustausches verschiedener Systeme von großer Wichtigkeit. Das geht auch häufig aus den Ausführungen des Verf. deutlich hervor. Dazu kommt, daß heute in der Ökologie durchaus noch keine Einheitlichkeit in der Definition und Kennzeichnung der verschiedenen ökologischen Pflanzentypen besteht. Während die einen Autoren das Hauptkriterium in der morphologischen Struktur der Transpirationsorgane, in der „Architektur“ (wie Verf. das nennt) sehen, richten andere ihre Einteilungsprinzipien mehr nach zellphysiologischen Besonderheiten. Bevor man sich nicht über bestimmte ökologische Begriffe geeinigt hat, wird eine Diskussion über die fraglichen Probleme, insonderheit über das Xerophytenproblem, wenig fruchtbar werden. Diese Tatsache empfindet man auch nach dem an sich so interessanten Studium des vorliegenden Buches; auch die mit so viel Temperament gegebene Darstellungsweise vermag darüber nicht hinwegzuhelfen.

A. Scheibe, Berlin-Dahlem.

Speyer, W. Der Apfelblattsauger *Psylla mali* Schmidberger. Nr 1 der von H. Morstatt herausgegebenen „Monographien zum Pflanzenschutz“. Verlag Julius Springer, Berlin 1929. 127 S. mit 59 Abbildungen. Preis geh. 9,60 RM.

In den „Monographien zum Pflanzenschutz“ sollen pflanzliche und tierische Schädlinge, ferner nichtparasitäre Krankheiten und allgemeine Fragen der Pflanzenschutzforschung in ausführlicherer Weise, als dies in Handbüchern möglich ist, behandelt werden. Die in Einzelheften erscheinenden Abhandlungen haben den Zweck, die in der Zeitschriftenliteratur zerstreuten Einzelergebnisse und Beobachtungen unter einem einheitlichen Gesichtspunkt zusammenzufassen und neben einer erschöpfenden Auskunft über besondere Fragen die Grundlage für weitere Untersuchungen zu schaffen.

In dem vorliegenden ersten Heft behandelt W. Speyer den Apfelblattsauger, der nach dem Kriege in dem etwa 10000 ha großen geschlossenen Obstbaugebiet der Niederelbe als ein ernster Schädling der Apfelernte auftritt. Die sehr gründliche Arbeit stellt gleichzeitig das Ergebnis eines nahezu vierjährigen Studiums des Apfelblattsaugers in diesem Gebiete dar. Sie behandelt unter weitgehender Berücksichtigung der einschlägigen am Schluß des Heftes zusammengestellten Literatur in einzelnen Kapiteln Morphologie, Anatomie, Entwicklung und Lebensweise des Schädlings sowie seine und seiner Nährpflanzen geographische Verbreitung. Ausführlich bearbeitet ist ferner das Kapitel Feinde und Parasiten. Die Bekämpfungsfrage ist unter Verwertung eigener umfassender Beobachtung und Versuche in gleich gründlicher Weise bearbeitet, wobei neben den technischen Verfahren auch die biologische Bekämpfung und Kulturmaßnahmen sowie die Organisation der Bekämpfung besprochen werden. Die zahlreichen gut gelungenen Abbildungen tragen zu der geschmackvollen Ausstattung des Buches nicht unerheblich bei.

Goffart, Berlin-Dahlem.

Research Studies of the State College of Washington.

Diese Zeitschrift wird neu herausgegeben von dem „State College of Washington“ und erscheint vierteljährlich in Pullman, Wash. In ihr sollen Originalarbeiten aus dem Gebiete der Naturwissenschaften und Geisteswissenschaften veröffentlicht werden. Die Mai-Nummer des ersten Jahrganges enthält unter anderem pflanzengeographische Beiträge über die Verbreitung neuer Pflanzen im Nordwesten Nordamerikas, wie über die Verteilung von *Eriogonum compositum* und einen Beitrag aus der „School of education“ über die Zuverlässigkeit von Prüfungen.

Voss, Berlin-Dahlem.

Schindler, A. K. und Kache, Paul. Der Garten und seine Jahreszeiten. Das große praktische Gartenbuch mit 1600 Abbildungen. 1. Band. Berlin 1929, Verlag Ullstein.

In dem vorliegenden 1. Band, der 512 Seiten umfaßt, ist die erste Hälfte allgemeinen Darstellungen aus dem Leben der Pflanzen gewidmet. Der Autor, Prof. Dr. Schindler, hat dabei eine Einteilung gewählt, die die wesentlichsten Phasen der Pflanzenentwicklung umfaßt, außerdem aber auch besondere Kapitel eingefügt, die besondere geographische oder biologische Darstellungen sowie die Geschichte und Verwendung einzelner Pflanzengruppen behandeln. Auch je ein Kapitel über Freunde und Feinde aus der Tierwelt sowie über Krankheiten der Pflanzen findet sich in diesem Teil.

Die ganze Darstellungsweise ist eine recht klare und anregende. Wenn auch einige Unrichtigkeiten gelegentlich mit unterlaufen sind, so mindern diese den Wert des Buches nicht.

Im zweiten Teile des Buches wendet sich der Gartenbauinspektor Kache an die Leser mit einer Darstellung der Gartenarbeiten nach den Monaten, wobei für jeden Monat der Blumengarten, das Gewächshaus, der Gemüse- und der Obstgarten für sich behandelt wird. Mit dem Monat Juni schließt dieser Band ab.

Auch dieser Teil ist außerordentlich reich an Tatsachen und so anschaulich geschrieben, daß jeder Leser allen wichtigen Pflanzen die richtige Pflege angedeihen lassen kann.

Außerordentlich wird der Gebrauch des Buches unterstützt durch zahlreiche Abbildungen, die meist nach ganz ausgezeichneten photographischen Aufnahmen hergestellt sind. Die 16 Farbtafeln bilden nicht nur einen sehr schönen Buchschmuck, sondern sind ebenfalls wertvolle Darstellungen.

Alles in allem ist das vorliegende Werk eine schöne Bereicherung der Gartenbau-Literatur, in dem sich jeder Laie gut zurechtfindet, das aber auch für den „angewandten“ Botaniker viel Wertvolles, besonders über die Behandlung der einzelnen Pflanzen, enthält. Der 2. Band soll die Monate Juli bis Februar und ein ausführliches Sachregister enthalten.

Appel, Dahlem.

Neue Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik.

- Arens, Dr. F. M., Galang, Sumatra Oost Kust (Niederl. Indien).
(Angemeldet durch: Snell, Berlin-Dahlem.)
- Balde, Apotheker, Hans Th., Braunschweig, Allerstr. 44.
(Angemeldet durch: Gaßner, Braunschweig.)
- Bartosch, Dipl.-Landw. Julius, Berlin-Dahlem, Biolog. Reichsanstalt.
(Angemeldet durch: Braun, Berlin-Dahlem.)
- Bortels, Dr. Hermann, Berlin-Dahlem, Biolog. Reichsanstalt.
(Angemeldet durch: Stapp, Berlin-Dahlem.)
- Dounine, M. S., Director of the Farmer Agricultural Laboratory, Moscow-centr. M. Tsherkassky 3/4 (USSR.).
(Angemeldet durch: Bredemann, Hamburg.)
- Dutschewski, Dipl.-Ing., Sofia (Bulgarien), Arda Targowska 20.
Wille, Dr., Sieders (Schweiz).
(Angemeldet durch: I. G. Farbenindustrie, Leverkusen.)
- Faworow, Alexis Michailowitsch, Leiter der gen. Abteilung des Ukrainischen Instituts f. Genetik u. Pflanzenzüchtung, Odessa, Postfach N. 128.
(Angemeldet durch: Uspensky-Malachowka b. Moskau.)
- Hammerlund, Prof. Dr. Carl, Svalöf (Schweden).
(Angemeldet durch: Wollenweber, Berlin-Dahlem.)
- Kasasky, Christo, Dipl.-Landw., Leiter der Samenkontrollabteilung der landw. Versuchsstation Sofia (Bulgarien), Plostat Solem 2.
(Angemeldet durch: Tuteff, Sofia.)
- Kaufmann, Elisabeth, Gartenbautechnikerin, Königsberg i. Pr., Adalbertstr. 25.
- Löwschin, Prof. Dr. A. M., Direktor des Instituts für Züchtungsforschung in Kiew, 47 Lwowskaja (USSR.)
- Moritz, Ministerialrat Dr. Alfons, Berlin-Lichterfelde-Ost, Bismarckstr. 17.
- Müller, Helene, I. G. Farbenindustrie A.-G., Oppau.
(Angemeldet anlässlich der Tagung in Königsberg.)
- Kukutsch, Dr. Olga, Bibliothekarin der Landw. Hochschule Bonn-Poppelsdorf, Meckenheimer Allee 102.
- Larionow, Prof. Dr. D., Agrik.-Institut für Pflanzenzüchtung und Samenkunde, Masloweki, Post Kosin b. Kiew (Ukraine, USSR.).
- Longrée, Karla, Dipl.-Landw., Berlin-Dahlem, Biolog. Reichsanstalt.
(Angemeldet durch: Hogetop, Berlin-Dahlem.)
-

Das Öl des Kenaphsamens (*Hibiscus Cannabinus* L.).

Von

M. S. Dounin

Direktor des Bäuerlichen Landwirtschaftlichen Laboratoriums, Moskau.

Der Kenaph (*Hibiscus Cannabinus* L.) gewinnt in der letzten Zeit unter den in der Sowjetunion gezüchteten Textilpflanzen schnell sein Bürgerrecht.

Jedoch beschränken sich die wertvollen Eigenschaften des Kenaphs nicht nur auf seine Fasern. Die Samen dieser Pflanzen enthalten bedeutende Mengen Öl, wovon man sich schon durch die einfachste qualitative Probe überzeugen kann. In einzelnen Untersuchungen¹⁾, die dem Kenaph oder ihm nahestehenden Vertretern der *Hibiscus*-Arten gewidmet sind, wird ebenfalls darauf hingewiesen, daß in den Samen des Kenaph Öl enthalten ist. Diese Hinweise haben nicht nur rein wissenschaftliches, sondern auch ein praktisches Interesse.

Nimmt man die Durchschnittsernte an Kenaphsamens mit 5,6 Doppelzentner auf den Hektar an, so werden unsere Kenaphpflanzler bei einer Maximalnorme von 1,6 Doppelzentner je Hektar Aussaat in nicht allzuferner Zukunft vor dem Problem stehen, wie die Überschüsse auszunutzen sind, die bis gegen 73,4% der Gesamternte betragen können. Enthielte der Kenaphsamen eine genügend große Quantität Öl, die für irgendwelche wirtschaftliche Zwecke verwendet werden könnte, so wäre hiermit einer der Wege für die Nutzbarmachung gefunden.

Eine spezielle Untersuchung über das Öl in den Samen von *Hibiscus Cannabinus* ist uns nur in der kleineren Arbeit Deckers²⁾

¹⁾ M. M. Surkoff, Kenaph. Schriften des Instituts für wissenschaftliche Forschungen im Kuban-Schwarzmeer-Gebiet. 53. Lieferung. Krasnodar 1927.

²⁾ Pharm. Weekblad 59, p. 1296—99. Rotterdam. Refer.: Chemisches Zentralblatt 1923, I, 351—52.

bekannt, der von der Insel Java stammenden Samen untersucht hat. In diesem Samen fand er 22% Öl, das durch folgende Konstanten charakterisiert ist:

Verseifungszahl	Jodzahl	Säurezahl	Spez. Gewicht	Schmelztemperatur	Gerinnungstemperatur
189,2	89,7	1,6	0,909	34,50	29,15

Die entsprechenden Zahlen für bekanntere Öle wie Baumwoll-, Sesam- und Erdnußöl sind folgende:

Tabelle I.

	Durchschnitts-Ölgehalt der Trockensubstanz %	Verseifungszahl	Jodzahl	Säuregrad %
Baumwollöl .	20	191—198,3	100,9—116	0,15—0,5
Sesamöl . . .	—	187—194,6	108—116,5	0,47—33,13
Erdnußöl . . .	40	185—206,7	82,7—105,0	0,4—3,91

So ist also das javanische Kenaphöl, sowohl seiner Quantität nach im Samen, als auch in den einzelnen Konstanten den erwähnten drei Ölen nahestehend, die schon seit langem in verschiedenen Industriezweigen verwertet werden.

Diese Tatsachen und Überlegungen waren die Ursache dafür, daß unser Laboratorium das Kenaphöl in seine Untersuchungen einbezogen hat. Vor allem war es interessant, den Ölgehalt im Samen festzustellen. Hierzu wurden Samen verschiedener Herkunft untersucht: und zwar akklimatisierter Kenaph im Nordkaukasus (Ernte 1926 und 1927) und aus Persien erhaltener Samen.

Das Öl wurde durch die gewöhnliche Ätherextraktion im Soxlethapparat gewonnen¹⁾.

Die Resultate dieser Versuche sind in folgender Tabelle II zusammengestellt:

¹⁾ Nur für das mit Nr. 65 bezeichnete Präparat wandte unser Mitarbeiter F. M. Schemjakin neben der Ätherextraktion auch die Gewinnung des Öls durch Preßverfahren an. Bei kaltem Druck wurde sogar bei über 300 Atmosphären Druck kein Öl erhalten. Wurde jedoch der zerkleinerte Samen 30 Minuten lang in Dampf (von 100° C) erwärmt und darauf im Trockenschrank bei 80—100° C getrocknet, so begann das Öl bei einem Druck von 100—120 Atmosphären sich abzusondern.

Tabelle II.

Versuchsnummer	Bezeichnung des Samens	Ölgehalt
1	Samen von der Ernte auf der Pflanzung Nr. 1, Ernte 1926	21,1
2	Samen von der nordkaukasischen Pflanzung Nr. 2, Ernte 1926	30,48
3	desgleichen, unreifer Samen	15,59
4	desgleichen, Pflanzung Nr. 1, Ernte 1927	19,32
5	desgleichen, Pflanzung Nr. 2	19,22
6	desgleichen, Pflanzung Nr. 3	19,44 ¹⁾

Der scharfe Rückgang im Ölgehalt in dem Versuch Nr. 3 ist durch die ungenügende Reife des Samens bedingt.

Zwischen dem spezifischen Gewicht und den anderen Eigenschaften des Samens besteht eine ziemlich enge Beziehung²⁾. Diese Beziehung beobachtet man auch zwischen dem spezifischen Gewicht des Samens und dem Ölgehalt.

Die Analyse des Samens, nach dem spezifischen Gewicht in zwei Gruppen geteilt, ergab: a) mit einem spezifischen Gewicht größer als 1 und b) kleiner als 1 folgende Resultate:

Tabelle III.

Versuchsnummer	Ölgehalt	
	a)	b)
7	21,24	16,31
9	18,89	13,81

M. Dounin und F. Schemjakin haben in der erwähnten Untersuchung gezeigt, daß gewisse Verschiedenheiten in den Eigenschaften des Samens bei dem spezifischen Gewicht von einem gewissen Grade der Infektion durch parasitäre und halbparasitäre Pilze bedingt ist.

¹⁾ Die Analyse 1 führte F. M. Schemjakin, die von 2—4 M. F. Anufriew und die von 5—12 Roshdestwin durch.

²⁾ M. S. Dounin and F. M. Schemjakin, The differentiation of Kenaph seed by their specifical gravity (Some Problems of the cultivation of Kenaph *Hibiscus Cannabinus* L.) Moscow 1928, p. 210—252.

Jedoch hängt der Unterschied im Ölgehalt der Gruppen a) und b) von dem Reifegrad ab. Dies wird durch den Ölgehalt der Kenaphsamen illustriert, die von der gleichen Pflanzung stammen.

Versuchsnummer	Erntezeit des Samens	Ölgehalt in Prozente
10	30. VIII.	16,81
11	10. IX.	19,32

Die Erntezeit hat für den Kenaphsamen wie überhaupt für ölhaltige Samen eine sehr große Bedeutung. Der Kenaph, wie auch viele andere Vertreter der Malvaceae ist durch eine sehr ausgedehnte Blütezeit charakterisiert. An einem Stengel kann man bereits völlig reife Kapseln und anderseits gerade sich öffnende Knospen finden. Deshalb wird in Abhängigkeit von der mehr oder weniger großen Zahl unreifer Samen der Ölgehalt des untersuchten Präparats mehr oder weniger schwanken. In reifen Samen dagegen ist der Ölgehalt, wie die oben gebrachten Angaben zeigen, im Durchschnitt zwischen 19 % und 21 % schwankend. Hierbei muß man auf die merkbare Gesetzmäßigkeit in der Ölmenge hinweisen: Der javanische (also mehr südlich gewonnene) Samen enthält etwas mehr Öl als die Samen in unseren nordkaukasischen Pflanzungen. Der persische Samen kann hierbei wegen seiner geringen Keimfähigkeit und hohen Pilzinfektion nicht berücksichtigt werden¹⁾.

Die chemischen Konstanten des Kenaphöls.

Das durch Extraktion und hohen Druck (bei Wärme) gewonnene Kenaphöl ist von goldgelber Farbe, durchsichtig, ziemlich dicht und ähnelt in Farbe und Konsistenz am meisten dem Sonnenblumenöl, zeichnet sich durch einen besonderen Geruch aus und ist von angenehmem Geschmack. Von den physikalischen Konstanten wurden durch F. M. Schemjakin bestimmt:

1. Spezifisches Gewicht 0,919 bei 20° C,
2. Schmelztemperatur 33,7° C,
3. Gerinnungstemperatur 30,0° C.

Um die chemische Zusammensetzung des Öles in den oben erwähnten Präparaten festzustellen, wurde in der gewöhnlichen

¹⁾ M. S. Dounin, E. S. Nasarow and N. J. Feiginson, Diseases of *Hibiscus Cannabinus* L. (Some problems of the cultivation of Kenaph, *Hibiscus Cannabinus*). Moscow 1928, p. 112.

Methode die Verseifungszahl, die Säurezahl und die Jodzahl bestimmt. Wir erhielten folgende Ergebnisse:

Tabelle IV.

Nr.		Verseifungs- zahl	Jodzahl	Säure- koeffizient
1	Pflanzung Nr. 1	201,0	106,5	2,30
2	Nr. 56	191,2	101,8	13,9
3	Nr. 60	192,0	104,65	39,82
4	Nr. 61, unreif	188,0	89,82	2,40
5	Ernte 1927 (10. IX.) Nr. 62 . .	192,4	96,96	1,43
6	Nr. 63	195,0	97,75	1,62
7	Nr. 59, persischer Samen (spez. Gewicht >|) . . . . .	192,5	101,0	26,77
8	Nr. 59, persischer Samen (spez. Gewicht <)	195,9	96,8	130,9
9	Nr. 60 (spez. Gewicht >|) . .	190,5	103,8	13,44
10	Nr. 60 (spez. Gewicht <) . .	191,3	105,05	35,42
11	Nr. 64 Ernte 1927 (30. VIII.) .	189,6	89,74	4,97

Interessant ist auch die Tatsache, die die Idee Professor Iwanows¹⁾ darüber, daß bei dem Wandern der Ölpflanzen von Süden nach Norden in ihrem Öl eine Zunahme der nicht trocknenden Säuren bei der Ernte des gleichen Jahres auftritt, bestätigt, und zwar findet sie ihren Ausdruck in der Jodzahl. Das javanische Öl hat nach Decker die Jodzahl 89,7, unsere Präparate im Durchschnitt die Jodzahl 99,5.

Die Möglichkeit einer Verwendung des aus *Hibiscus*-Samen gewonnenen Öles stößt auf eine Schwierigkeit. Die Zeit des Eintritts der technischen Reife der *Hibiscus*-Faser liegt vor der Reife der meisten Samenkapseln. Oben haben wir bereits darauf hingewiesen, daß der unreife Samen bedeutend weniger Öl als der reife enthält. Doch kann man nicht bis zur Reife eines großen Teiles der Samenkapseln die Pflanze mit der Wurzel stehen lassen, da dadurch die Qualität der Wolle sich verschlechtert.

Jedoch ist es schon seit langem bekannt, daß, wenn Pflanzen mit noch nicht völlig ausgereiftem Samen nach der Ernte noch einige Tage auf dem Felde gelassen werden, der größte Teil der unreifen Samen noch nachreift, d. h. daß sich in den Samen der

¹⁾ Iwanow, S. L. Die Lehre von den Pflanzenölen, Moskau 1925.

Vorrat der Nährstoffe bis zur Norm anhäuft und zwar in jener Form, wie sie für reife Samen charakteristisch ist. In der Praxis findet diese Form des Nachreifenlassens nach der Ernte schon lange Anwendung, insbesondere bei den Ölkulturen, wie Leinen, Hanf usw. Der Kenaph macht hiervon keine Ausnahme.

N. M. Surkow hat am Kenaph „eine hohe Fähigkeit der Samen zur Ausreifung in den Garben“ festgestellt.

Besteht nun eine Möglichkeit, die Nachreifung des *Hibiscus*-Samens auszunützen?

Eine bejahende Antwort hierauf würde heißen, daß der Kenaph ein großes industrielles Interesse nicht nur als Textilpflanze, sondern auch noch als Ölpflanze verdient.

Im Jahre 1927 hat der Mitarbeiter unseres Laboratoriums N. S. Goldmacher auf den Pflanzungen der Aktiengesellschaft „Kenaph“ in Kuban (Nordkaukasus) Material hierzu nach folgendem Schema gesammelt: am 1. September wurde die erste Ernte der Kenaphstengel vorgenommen. Die Stengel wurden bei der üblichen Entwicklungsgröße geschnitten. Sie hatten zu dieser Zeit eine Höhe von 2,3—2,5 m und bis über die Hälfte dieser Höhe waren sie ohne Blätter. Die Mehrzahl der Knospen blühte in dieser Zeit an dem Hauptstengel, reife Samenkapseln gab es noch nicht. Es begann gerade das Dunkelwerden der ersten drei bis vier Kapseln. Die geschnittenen Pflanzen wurden zu neun Garben zusammengebunden, im Durchschnitt hatte jede Garbe 50 Stauden. Von drei Garben wurden am selben Tage alle Kapseln genommen, die übrigen sechs Garben kamen in einen Speicher. Die Kapseln der ersten beiden Garben wurden besonders in Pergamentpakete gelegt und nach einer vorläufigen Trocknung verpackt, während aus den Kapseln der dritten Garbe der Samen enthülst und ebenfalls nach der Trocknung in Pergamentpaketen verpackt wurde (erste Ernte, erste Partie Kapseln und erste Ernte, erste Partie enthülst). Nach zehn Tagen wurden die folgenden drei Garben der ersten Ernte in ähnlicher Form behandelt. Ebenso wurden nach zwölf Tagen nach dem Schnitt die Kapseln der letzten drei Garben abgenommen.

Am 10. September erfolgte die zweite Einsammlung der Stengel. Die Höhe der Stengel hatte sich bis zu dieser Zeit nicht verändert. Die Blätter befanden sich nur an dem obersten Teil der Stauden, nur die Nebenknospen blühten, die Hauptblüte war beendet. An der Staude befanden sich bereits fünf bis sechs reife Kapseln. Zu dieser Zeit wurde der Kenaph der Baumwolle wegen eingeerntet.

Die gesammelten Stengel wurden ebenso wie bei der ersten Ernte behandelt, nur wurden die reifen Kapseln von jedem Stengel besonders entfernt und besonders verpackt.

Am 20. September wurde die letzte, dritte Ernte, vorgenommen. Zu dieser Zeit befanden sich schon auf den Stengeln 15 bis 18 reife Kapseln, die Blüte war vollständig beendet. Nur in seltenen Fällen konnte man zwei bis fünf Blüten feststellen.

Das gesamte Material wurde in das Laboratorium gebracht und hier analysiert. Von der Analyse wurden die Kapseln beider Garben der ersten Ernte paarweise gemischt und eine Durchschnittsprobe genommen.

Die gereiften Kapseln der zweiten und dritten Ernte, die von jedem Stengel besonders gesammelt worden waren, wurden vor der Analyse ebenfalls gemischt und für jede Ernte eine Durchschnittsprobe genommen. Die Kapseln der ersten Ernte und der ersten Partie enthülster Samen gerieten in Verlust.

Die Angaben über den Ölgehalt sind in folgender Tabelle zusammengestellt, die auf der Analyse beruht, die unser Mitarbeiter N. P. Roshdestwin vorgenommen hatte.

Tabelle V.

	Ölgehalt in Prozenten					
	In Kapseln nachgereifter Samen			Enthülst nachgereifter Samen		
	1. Paar	2. Paar	3. Paar	1. Paar	2. Paar	3. Paar
1. Ernte	12,55	16,74	16,25	—	16,79	15,90
2. Ernte	—	16,05	18,48	—	15,39	18,45
3. Ernte	—	—	17,95	—	—	17,03
Auf der Wurzel gereift . .	—	19,24	19,21	—	—	—

Aus dieser Tabelle kann man den Prozeß der Ölaufspeicherung in den *Hibiscus*-Samen ersehen, und zwar sowohl bei jenen Samen, die normal zur Zeit des Wachstums gereift sind, als auch jener, die auf dem abgeschnittenen Stengel nachgereift sind.

Wie aus der Tabelle V hervorgeht, hört der Ölanreicherungsprozeß nicht nur nach der Trennung des Stengels von der Wurzel nicht auf, sondern wird sogar etwas intensiver. So erhöht sich in den ersten zehn Tagen in der toten Pflanze der Ölgehalt von

12,55% auf 16,74%, d. h. um 4,19%. Bei der lebenden Pflanze erhöhte sich der Ölgehalt in derselben Zeit nur um 3,5% (von 12,55% auf 16,05%). Dies war bei der ersten Ernte der Fall.

Ein analoges Bild zeigt die Ölspeicherung auch bei der zweiten Ernte. Bei den abgeschnittenen Stengeln stieg der Ölgehalt um 2,43% (von 16,05% auf 18,48%), während er sich auf den nicht abgeschnittenen Stauden in derselben Zeit nur um 1,9% (von 16,05% auf 17,95%) erhöhte. Die Fermente, die das Öl auf Kosten der dem Samen zufließenden Kohlenwasserstoffe synthetisieren, wirken bedeutend stärker in den toten Pflanzen, bei bedeutend geringerer Feuchtigkeit, als in den lebenden Pflanzen, wenn sie noch mit dem Wurzelsystem in Verbindung sind.

Der Ölgehalt in den Samen der ersten Ernte, die auf den Stengeln nachreiften, stieg nicht über 16,74%. Offensichtlich hat das plastische Material, das in dem Stengel im Moment seines Schnittes vorhanden war, nicht für die Durchführung der vollständigen Reife aller zu dieser Zeit sich bildenden Samen ausgereicht.

Die einzelnen Präparate unterscheiden sich durch eine sehr große Mannigfaltigkeit in bezug auf die Verschiedenartigkeit der Reife des Samens, so gibt es durchaus reife und vollgewichtige Samen unter denen sich eine bedeutende Zahl ausgesprochen unreifer und hellgelb gefärbter Samen befindet.

In der zweiten Ernte verschwindet diese Mannigfaltigkeit und dementsprechend erhöht sich der Ölgehalt, der hier bis auf 18,48% stieg, also nur um 0,76% unterhalb der Norm (19,24%). Dieses Verhältnis im Ölgehalt des „nachgereiften“ Samens der während der technischen Reife des Kenaph gesammelt wurde, gibt eine positive Antwort auf die Frage über die Verwendungsmöglichkeit

Tabelle

	Verseifungszahl						Jod-		
	Kapseln			enthülst			Kapseln		
	I. IX.	10. IX.	20. IX.	1. IX.	10. IX.	20. IX.	1. IX.	10. IX.	20. IX.
1. Ernte . . .	193,2	191,1	188,6	—	186,5	186,3	88,31	94,46	94,82
2. Ernte . . .	—	189,3	187,4	—	188,8	185,3	—	97,43	94,15
3. Ernte . . .	—	—	192,0	—	—	187,9	—	—	94,86
Reife Kapseln	—	194,3	195,4	—	—	—	—	97,45	97,00

des Kenaphs als Baumwollpflanze. Das Öl des nach der Ernte nachgereiften Samens ist in qualitativer Beziehung, in der Farbe, Konsistenz, Geruch und Geschmack dem Öl normal ausgereiften Samens sehr nahestehend. Eine Ausnahme machen nur die Öle aus den Samen der ersten Ernte. Bei ihnen ist wegen der bedeutenden Zahl unreifer Samen die Farbe des Öles bedeutend dunkler mit einer ausgesprochen grünen Schattierung.

Das Öl aus dem Samen der zweiten Ernte hat eine dunkel-goldene Farbe. Seine chemischen Konstanten zeigt die folgende auf einer Analyse von unserem Mitarbeiter N. P. Roshdeswin beruhende Tabelle VI.

Das Öl der ersten Ernte zeichnet sich ebenfalls durch seinen großen Säurekoeffizienten aus, wie auch durch seine geringere Jodzahl.

Das Öl der zweiten und dritten Ernte nähert sich in seinen chemischen Konstanten dem Öl reifen Samens. Eine Abweichung ist nur für die Verseifungszahl zu beobachten — 189,3 und 187,4 und 192,0 und 194,4 und 195 und für die Jodzahl — 97,43; 94,15; 94,86; 97,4 und 97, was kaum eine Bedeutung bei der praktischen Verwendung des Öles haben dürfte. Für das Öl aus den enthülsten Samen ist die große Beständigkeit der Konstanten im Verhältnis zu den eingekapselten Samen charakteristisch. So schwankt z. B. die Verseifungszahl zwischen 185,3 und 188,8, während bei den „eingekapselten“ Samen die Schwankung von 187,4 bis zu 193,2 geht. Für die Jodzahl ist eine Beständigkeit in den Grenzen jeder Ernte mit allmählichem Wachstum entsprechend der Erntezeit zu konstatieren. In praktischer Beziehung besteht jedoch fast kein Unterschied zwischen dem Öl, aus dem in den Kapseln oder enthülst nachgereiften Samen.

VI.

zahl			Säurezahl					
enthülst			Kapseln			enthülst		
1. IX.	10. IX.	20. IX.	1. IX.	10. IX.	20. IX.	1. IX.	10. IX.	20. IX.
—	93,86	93,33	3,68	4,19	4,57	—	2,46	0,96
—	97,02	96,8	—	1,58	1,51	—	2,40	1,60
—	—	95,79	—	—	1,01	—	—	1,55
—	—	—	—	1,43	0,96	—	—	—

Zusammenfassung.

1. Die Kenaphwirtschaft der Sowjetunion wird in der nächsten Zukunft vor dem Problem stehen, wie sie die Kenaphsamens verwerten soll.

2. Reifer Kenaphsamen enthält ungefähr 20 % Öl.

3. Die chemischen Konstanten des Kenaphöls kommen denen des Baumwoll-, Sesam- und Erdnußöl ziemlich nahe. Nach der Klassifikation von Prof. Iwanow ist das Kenaphöl dem Typus der halbtrocknenden Öle zuzurechnen.

4. Das Kenaphöl bestätigt die von Prof. Iwanow aufgestellte These über die Vermehrung der nicht trocknenden Säuren im Maße des Vordringens der Ölkulturen vom Süden nach dem Norden.

5. Der zur Zeit der technischen Reife geerntete Kenaphsamen kann, wenn man ihn 10—20 Tage auf dem Felde liegen läßt, das Öl in den Samen bis fast auf die Norm bringen.

6. In den chemischen und physikalischen Qualitäten ist das Öl der nach der Ernte nachgereiften Samen in praktischer Beziehung nicht von dem Öl aus normal gereiftem Samen unterschieden.

7. Die nach der Ernte in den Kapseln nachgereiften und sofort nach der Ernte enthülsten Samen zeigen ungefähr eine gleiche Menge gleichartigen Öls.

8. Die stark ausgesprochene Fähigkeit des Kenaphsamens, nach der Ernte nachzureifen, erlaubt, den Kenaph nicht nur als Textilpflanze, sondern auch als Ölgewächs zu züchten.

Die in den vorangegangenen Analysen verwendeten Samen wurden nach einem vorher ausgearbeiteten Schema von dem Mitarbeiter unseres Laboratoriums N. S. Goldmacher gesammelt. Die Analysen nahmen M. F. Anufriew, N. P. Roshdestwin und E. M. Schemjakin vor.

Moskau, 1928.

Bericht über die 25. Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik am 30. Juni und 1. Juli 1929 in Königsberg i. Pr.

Im Gegensatz zu den Tagungen der letzten Jahre fand die diesjährige Tagung nicht zusammen mit der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Freien Vereinigung für systematische Botanik statt, sondern in Gemeinschaft mit der Gesellschaft zur Förderung Deutscher Pflanzenzucht. Die Tagung wurde am 29. Juni eingeleitet mit einem sehr interessanten Ausflug in das Wunderland der ostpreußischen Wanderdünen am Kurischen Haff, über den im Anhang berichtet ist.

Die Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik fand am Sonnabend, dem 30. Juni im Gesellschaftshause des Tiergartens statt und war von folgenden Mitgliedern besucht:

Appel-Berlin-Dahlem	Löwschin-Kiew
Baur-Berlin	Maschmeier-Dessau
Benary-Erfurt	Muth-Geisenheim
Braun-Berlin-Dahlem	Neuberg-Berlin-Dahlem
Buisman, Christine-Baarn (Holland)	Paulmann-Leverkusen
Claus-Quedlinburg	Plaut-Quedlinburg
Crüger-Königsberg	Rabanus-Ürdingen
Feucht-Jena	Rabien-Braunschweig
Franke-Radebeul-Dresden	Scheibe-Berlin-Dahlem
Gassner-Braunschweig	Schmidt-Streckenthin
Hassebrauk-Braunschweig	Schmidt-Klein-Wanzleben
Hille-Berlin	Snell-Berlin-Dahlem
Janetzki-Waltdorf	Staudermann-Höchst
Kaufmann-Königsberg	Steyer-Lübeck
Koltermann-Stettin	Straib-Braunschweig
Krampe-Darmstadt	Werth-Berlin-Dahlem
Losch-Ludwigshafen-Lim- burgerhof	v. Wiese-Knehdn
	v. Wolf-Berlin

Die Versammlung wurde um 9³⁰ Uhr von dem 1. Vorsitzenden, Geheimrat Prof. Dr. Appel, mit einer Begrüßung der Anwesenden und mit einem Dank an die Königsberger Herren, die die Ver-

anstaltung vorbereitet hatten, eröffnet. Nach Verlesung der im Berichtsjahre verstorbenen Mitglieder:

Klein, Geh. Hofrat, Prof. Dr. Ludwig, Direktor des Botanischen Gartens an der Technischen Hochschule Karlsruhe i. B., gestorben: 15. Januar 1929;

Lopriore, Prof. Dr. G, Direktor des Botanischen Instituts der Landwirtschaftlichen Hochschule Portici-Neapel, gestorben: 26. Dezember 1928;

Pflug-Baltersbach, Saatzüchter, Berglase auf Rügen, gestorben: 30. Mai 1928;

Uhlworm, Geh. Reg.-Rat, Prof. Dr. Oskar, Bamberg, gestorben: 13. März 1929;

Wittmack, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Ludwig, Berlin, gestorben: 2. Februar 1929

erhoben sich die Anwesenden von ihren Plätzen, um das Andenken der Verstorbenen zu ehren.

Im Anschluß an die von der letzten Generalversammlung angenommene Entschliebung, an den Universitäten und Landwirtschaftlichen Hochschulen Professuren für Phytopathologie zu errichten, war von Prof. Schaffnit eine Eingabe an die zuständigen Ministerien über die Erhebung der Phytopathologie zum Prüfungsfach gefordert worden. Es wurde aber beschlossen, zunächst eine Verständigung mit den Professoren für Pflanzenbau, die ebenfalls Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik sind, herbeizuführen und alsdann die Dozenten für Phytopathologie zu einem weiteren Vorgehen zu veranlassen.

Der Vorsitzende sprach alsdann dem stellvertretenden Schatzmeister Dr. Braun und dem Schriftführer Regierungsrat Dr. Snell für die Führung ihrer Ämter und die Herausgabe der Zeitschrift „Angewandte Botanik“ den Dank der Vereinigung aus. Die Zeitschrift ist wiederum regelmäßig alle 2 Monate erschienen und brachte in einem Umfang von 38 Bogen wertvolle Beiträge aus den verschiedensten Gebieten der angewandten Botanik. Dieser Umfang konnte nur ermöglicht werden durch einen Kostenzuschuß von Seiten des Herrn Reichsministers für Ernährung und Landwirtschaft, für den die Vereinigung dem Herrn Reichsminister den ergebensten Dank ausspricht. Da aber der Wert der Zeitschrift durch den Mitgliedsbeitrag von 10 RM. nicht gedeckt wird, so muß mit einem Antrag des Vorstandes auf Erhöhung um 2 RM. für das nächste Mal gerechnet werden.

Der stellvertretende Schatzmeister Dr. Braun erstattete alsdann den folgenden Kassenbericht:

Bestand am 31. XII. 1927 lt. Abrechnung

1379,98 M.

Einnahmen:

Mitgliedsbeiträge 1928 . . . 11 651,23 M.

Bankzinsen 260,20 „

Ausgeloste Papiere 279,38 „

13570,79 M. 13570,79 M.

Ausgaben:

Gebr. Borntraeger 8857,40 M.

Verwaltungskosten 985,64 „

Portoausgaben 182,90 „

10025,94 M. 10025,94 M.

Bestand:

Guthaben Bank 3413,00 M.

Guthaben Postscheck 80,98 „

Kasse 50,87 „

3544,85 M. 3544,85 M.

Der Schatzmeister: gez. Braun

Geprüft und für richtig befunden:

Berlin-Dahlem, den 18. Juni 1929.

Die Kassenprüfer: gez. G. Höstermann Schlumberger

Dem Vorstande wurde Entlastung erteilt.

Der Vorsitzende gibt bekannt, daß er unserem langjährigen Mitglied, Herrn Prof. Dr. Klebahn, im Namen der Vereinigung zum 70. Geburtstag ein Glückwunschschreiben geschickt hat, das von dem Jubilar mit herzlichen Worten des Dankes erwidert worden ist. Ebenso hat der Vorstand Herrn Prof. Dr. O. Loew zu seinem 80. Geburtstag persönlich gratuliert, wofür Herr Prof. Loew der Vereinigung seinen herzlichen Dank ausgesprochen hat. Fräulein Dr. Buismann verlas ein Schreiben von Frau Prof. Dr. Westerdijk, in welchem diese ihren Dank für die tatkräftige Unterstützung des „Centraalbureaus voor Schimmelcultures“ durch die Vereinigung für angewandte Botanik zum Ausdruck bringt. Auf Veranlassung des Vorsitzenden haben 15 deutsche Institute ein Abonnement für

3 Jahre genommen und es dadurch ermöglicht, einzelne Pilzgruppen besser zu berücksichtigen. Frau Prof. Westerdijk bittet gleichzeitig um Einsendung der in den Listen noch nicht vorhandenen Arten.

Es wurde sodann zur satzungsgemäßen Neuwahl des Vorstandes geschritten, die durch Akklamation vorgenommen wurde und eine einstimmige Wiederwahl des Vorstandes ergab mit der Maßgabe, daß an Stelle von Prof. Dr. K. O. Müller, der gebeten hatte, von seiner Wiederwahl abzusehen, der stellvertretende Schatzmeister Dr. Braun zum Schatzmeister gewählt wurde. Ort und Zeitpunkt der nächsten Tagung sollen vom Vorstande mit der Deutschen Botanischen Gesellschaft vereinbart werden. Ende der Geschäftssitzung 9 Uhr 55 Minuten.

In der sogleich anschließenden wissenschaftlichen Sitzung wurden folgende Vorträge gehalten:

9⁵⁵—10²⁰ Ernst Simon, Berlin-Dahlem: Vorgänge der Gärung und Atmung.

10⁵⁵—11¹⁵ K. Snell, Berlin-Dahlem: Die wissenschaftlichen Grundlagen für ein Register der Futterrübensorten.

11¹⁵—11⁴⁵ K. Hassebrauk, Braunschweig: Beiträge zur Frage der Abhängigkeit der Rostinfektionen von der Mineralsalzer-nährung der Getreidepflanze.

11⁴⁵—11⁵⁵ H. Ziegenspeck, Königsberg: Die Bakteriologie der ostpreußischen Wildböden.

Schluß der Sitzung 12 Uhr.

Um 16¹⁵ Uhr eröffnete unser 1. Vorsitzender, Geheimrat Appel, die gemeinsame Sitzung der Vereinigung für angewandte Botanik und der Gesellschaft zur Förderung Deutscher Pflanzenzucht. Er gedenkt des schwerleidenden Ostens und begrüßt die Vertreter des Herrn Reichsministers für Ernährung und Landwirtschaft, der Landesregierung, der Universität, der Stadt und des Auslandes, das besonders durch mehrere russische Professoren vertreten ist.

Der Vorsitzende der Gesellschaft zur Förderung deutscher Pflanzenzucht, Dr. h. c. Kühle, spricht sodann über die Entwicklung der Gesellschaft zur Förderung Deutscher Pflanzenzucht und über die Notwendigkeit einer Verbindung von Wissenschaft und Praxis, die in der gemeinsamen Tagung der G.F.P. mit der Vereinigung für angewandte Botanik ihren Ausdruck findet. Auch in den folgenden Ansprachen trat dieser Gedanke immer wieder hervor. Es sprachen:

Ministerialrat Dr. Moritz, der Grüße des Herrn Reichsministers für Ernährung und Landwirtschaft, Dr. Dietrich, überbrachte und seiner Freude darüber Ausdruck gab, an der Tagung teilnehmen zu dürfen;

Regierungsrat Dr. Hippel, der die Grüße des Herrn Oberpräsidenten der Provinz Ostpreußen übermittelte;

S. Magnifizienz der Rektor der Universität Königsberg, Prof. Dr. Junker;

Dr. v. Siegfried-Carben, der Vize-Präsident der Landwirtschaftskammer für die Provinz Ostpreußen;

Gartenbaudirektor Schneider, als Vertreter des Oberbürgermeisters der Stadt Königsberg.

Nach einem Dank des Vorsitzenden an alle Redner, wurden folgende Vorträge gehalten:

17—17⁴⁰ Gassner-Braunschweig, Die Bestimmung der Frosthärte des Getreides durch Laboratoriumsversuch.

17⁴⁵—18⁰⁵ Karpetschenko-Leningrad, Das Problem der Gewinnung konstanter Art- und Gattungsbastarde.

18⁰⁵—18⁴⁵ Mitscherlich-Königsberg, Die Beurteilung der Ergebnisse von Sorten- und Stammanbauversuchen.

Um 20 Uhr vereinigte ein Begrüßungsabend, der von der Stadt Königsberg und der Landwirtschaftskammer Ostpreußen veranstaltet worden war, die Mitglieder der beiden Vereinigungen in der Stadthalle. In der Rede des Oberbürgermeisters und den Antworten der beiden Vorsitzenden kam der wehmütige Gedanke an die schwierige Lage Ostpreußens durch seine Abtrennung vom Reich, aber auch das Gelöbnis einer unwandelbaren Verbundenheit mit dieser deutschen Provinz zum Ausdruck.

Am Sonntag Morgen wurde die gemeinsame wissenschaftliche Sitzung im Palmensaal des Gesellschaftshauses Tiergarten fortgesetzt. Der Vorsitzende der Gesellschaft zur Förderung deutscher Pflanzenzucht, Dr. h. c. Kühle, eröffnete die Sitzung um 9¹⁵ Uhr. Es wurden folgende Vorträge gehalten:

9²⁵—9⁴⁰ Haupt-Hasenberg, Von welchen Eigenschaften des Winterweizens hängt unter den klimatischen Verhältnissen Ostpreußens die Winterfestigkeit ab.

10⁰⁵—10³⁰ Straib-Braunschweig, Die Bewertung und Bedeutung künstlicher Rostinfektionsversuche für die Pflanzenzüchtung, mit besonderer Berücksichtigung des Gelbrostes.

11¹⁰—11⁴⁰ Scheibe-Dahlem, Die Bedeutung der Spezialisierungsfrage bei den Getreiderostpilzen für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung.

12⁰⁰—12²⁵ Stubbe-Müncheberg, Künstliche Auslösung von Mutationen.

12³⁰—12⁴⁵ Rosteck-Pr. Holland, Der Arzneipflanzenanbau in Ostpreußen auf kulturgeschichtlicher Grundlage.

Der Sonntag Nachmittag war der Besichtigung der Saatzuchtwirtschaft Hasenberg bei Tapiau oder des Versuchsfeldes der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Königsberg gewidmet. Ein Teil der Mitglieder machte auch einen Ausflug nach dem nahegelegenen Seebad Cranz.

Als Abschluß der Tagung beteiligte sich eine große Zahl der Mitglieder beider Vereinigungen an einer landwirtschaftlich wie auch landschaftlich sehr eindrucksvollen Fahrt mit dem Dampfer nach Domäne Mörlen (Rindviehherden und Weiden) und durch die oberländischen Seen bis Maldeuten, dann weiter mit Autobus nach Gut Schwenkendorf (hervorragende Kartoffel- und Mastwirtschaft) und nach dem Wirtschaftsbetriebe der Landwirtschaftskammer in Ramten (Versuchswirtschaft für leichte Böden). Die Fahrt endigte in Marienburg, so daß am nächsten Morgen noch Gelegenheit zur Besichtigung der Marienburg war.

O. Appel

1. Vorsitzender

K. Snell

1. Schriftführer

Bericht über den Ausflug auf die Kurische Nehrung zur Besichtigung der Wanderdünen und ihrer Befestigung.

In einem bereitgestellten Sonderwagen der Cranzer Bahn fuhren die Teilnehmer morgens 10 Uhr zunächst bis Cranzbeek und bestiegen dort einen Dampfer, welcher von dem Herrn Regierungspräsidenten Königsberg Pr. lebenswürdigerweise zur Verfügung gestellt worden war. Während der Dampferfahrt hielt Herr Regierungsrat Dr. Fixson vom Regierungspräsidium Königsberg einen kurzen Vortrag über die volkswirtschaftliche Bedeutung der Fischerei auf dem kurischen Haff und es erläuterten Herr Priv. Dozent Dr. Ziegenspeck vom Botanischen Institut der Universität Königsberg sowie Herr Dr. Crüger, von der Hauptstelle für Pflanzenschutz Königsberg die auf der kurischen Nehrung

vorgesehenen Besichtigungen. Auch für das leibliche Wohl der Teilnehmer war bestens gesorgt und Herr Oberfischmeister Kiock, Labiau, spielte dabei den liebenswürdigen Wirt. Dem Herrn Regierungspräsidenten sowie Herrn Regierungsrat Dr. Fixson und den übrigen an der Vorbereitung und Durchführung des Ausfluges beteiligten Herren sei auch an dieser Stelle herzlichst gedankt.

Der Dampfer legte zunächst in Rossitten an, wo die meisten Teilnehmer an Land gingen, und fuhr dann nach Pillkopen weiter, wo die übrigen ausgebootet wurden. Die Führung der Pillkoppener



Abb. 1. Vortrag an Bord des Dampfers.
(Aufnahme G. Hoffmann-Magdeburg.)

Partie hatte Priv.-Dozent Dr. Ziegenspeck, die der Rossittener Dr. Crüger übernommen. In Rossitten begaben sich die Teilnehmer zunächst zu Fuß zu der Vogelwarte, deren Direktor, Prof. Dr. Heinroth, einen Vortrag über die Bestrebungen der Vogelwarte Rossitten hielt. Alsdann ging es auf bereitgestellten Leiterwagen, deren Zugkräfte allerdings von Zeit zu Zeit versagten, nach dem Möwenbruch, dann über befestigte Dünen nach dem Aussichtspunkt Müllers Höh' und schließlich nach der Segelflieferschule Rossitten. Bei letzterer konnten die Teilnehmer den überwältigenden Eindruck der toten Dünen in sich aufnehmen und wohnten dem Start zweier Segelflugzeuge bei. Dann hieß es schleunigst wieder auf die Leiterwagen und zurück zur Mole Rossitten, wo nur noch ganz schnell

eine Tasse Kaffee eingenommen werden konnte, denn der Dampfer, welcher inzwischen auch die Teilnehmer aus Pillkopen abgeholt hatte, wartete bereits für die Heimfahrt. Abends gegen 8 Uhr waren die Teilnehmer wieder in Königsberg.

Über die Naturgeschichte der Dünen, deren Erforschung sich das Botanische Institut der Universität Königsberg in den letzten Jahren zur Aufgabe gemacht hat, hat Privatdozent Dr. Ziegenspeck folgenden Bericht zur Verfügung gestellt:

Auf der Fahrt von Cranzbeek nach Rossitten begann kurz hinter Sarkau in der Gegend des Weißen Berges sich die Dünenbildung bemerkbar zu machen. Es ließ sich die Wirkung der immer stärker einsetzenden Sandtrift bzw. der durch Jahrtausende angehäuften Sandmassen derselben zeigen. Mit den kleinen Sandmengen wird die Vegetation noch fertig, wir bekommen schöne Weidendünen. Mehr und mehr werden die Ränder kleiner Miniaturbarchane vorgezogen. Hier findet man die Pflanzensuccessionen des noch nicht gefestigten Sandes zuerst. Etwas größere Sandmassen können noch mehr oder weniger stabil durch *Psamma Elymus* und *Calamagrostis Epigeios* gefestigt werden. Endlich ist dieses nicht mehr möglich. Die freien weißen Dünen beginnen. Aber auch an diesen erkennt man deutlich noch an einzelnen mitten im Sande stehenden Weiden die ehemalige Festigung. Diese währt jedoch nur so lange als der Grundwasserstand von den Weidenwurzeln, die oft bis acht Meter tief streichen, erreichbar ist und die alten Stücke aushalten. Die zunächst immer noch einzelnen Barchane mit den deutlich vorgezogenen Sichelenden, die zum Teil deutlich die Fängersuccessionen tragen, schließen sich seitlich zu einem Dünenwalle. Bereits hier wird jedem das Fehlen der Heidedünen des Westens auffallen.

Wir kommen nun zu der ersten großen Dünenkette, die sich bis zum Schiefen Berge bei Rossitten hinzieht. An zwei Stellen kann man vom Dampfer aus aufs deutlichste die Wirkung der Höhepunkte der Barchane bzw. der Spitzen der Dünenketten beobachten. Das Druckwasser kommt besonders an der Mitte heraus. Das hat seine Ursache in der aushöhlenden Wirkung der Gegenwinde infolge des Luftloches, das beim Streichen des Westwindes über die Kämme entsteht. Dieser mit seinem regelmäßigen Auftreten ist ja die Hauptursache der Entstehung der Barchane. Die steil abfallende Mitte zieht die Luft entgegen dem streichenden Winde an und erzeugt dann sogar kleine Gegendünchen von vorne. In dieser Wasseransammlung

macht sich eine eutrophe Sumpfvvegetation geltend. Auf diese folgt der Erlen-Weidenbruch. Zur Bildung von Sphagneteten kommt es auf der Nehrung nur an ganz wenigen Stellen, weil der Sand zu viel Nährstoffe bei der Verwitterung, die unten im feuchten Teile des Untergrundes stattfindet, frei gibt. Diese Brüche werden durch das stetige Vorschieben der Sturzdünen durch herabgleitenden Sand verschüttet. Es entstehen dabei ganz eigenartige Bilder von „verschüttetem Lande“. Gerade die schroffen Gegensätze von Wasser und trockenem kahlem Sande von Wüstenformationen und Sumpfvvegetationen sind die Dinge, welche unsere Nehrung nicht nur landschaftlich schön, sondern auch für den Forscher so interessant machen.

Nach dem Ausbooten der besonders an Rossitten, also mehr zoologisch und flugtechnisch interessierten Teilnehmer, fuhren wir weiter nach Pillkopen.

Auf der Fahrt bei Rossitten sind vom Dampfer aus die auf dieser Diluvialinsel gelegenen schwarzen Dünen zu sehen. Diese liegen kennzeichnender Weise mehr auf das Meer zu, hier ist es dem Menschen durch zähe Arbeit unter unbewußter Benützung der Pflanzensuccessionsbiologie gelungen, der Wanderdünen Herr zu werden, bevor sie zu weit nach dem Haffe vorgewandert sind und Dörfer und „Wälder“ verschütten konnten. Man nimmt da zuerst die Sandfänger wie *Psamma* und daneben *Elymus* und *Calamagrostis Epigeios* sowie den Bastard „*Psamma baltica*“ wahr. Diese sehr tief und lang wurzelnden Gräser haben die Fähigkeit, den Sand zu fangen und labil so lange zu halten, als Feuchtigkeit zugänglich ist. Man zieht vielfach auch Holzgatter oder gar Holzschindeln hinein. Diese wirken ähnlich, aber sie haben daneben noch eine sehr wesentliche Bedeutung, sie schaffen Humus. Dadurch ist die Besiedlung und Verbackung mit einer ganzen Masse von Flechten und Moosen möglich. Durch das Fangen des Sandes kann sich dazwischen die Succession der ruhigeren Sandfelder ansammeln. *Weingaertneria* (*Corynephorus*) *canescens*, *Carex arenaria*, *Thymus* und andere mehr. Von Moosen haben besonders *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum*, *Racomitrium canescens* Bedeutung. Die Zahl der nun daneben aufkommenden Lichenen ist sehr groß. Besonders hervorzuheben ist *Streblonema chthonoblastes*. Dieses vermag den Sand zu merkwürdigen Kegelchen zu binden. Das gleiche leisten aber auch Cladonien der *Pyxidata*-Gruppe, welche sehr verzögert zum Bilden der Podetien kommen und daher

nicht im Anfang von den erstgenannten unterschieden werden können. *Cetraria*, *Cornicularia* und noch andere Cladonien einzeln aufzuführen, verbietet der Raum.

War diese Bodenvegetation auf die Wirkung des Sandfangens als Vorgänger angewiesen, so gilt das auch von den Kiefern, besonders von der Latsche. Im Westen unter günstigen klimatischen Bedingungen würde sich der Besenginster und dann *Calluna* ansiedeln und somit die Düne in die graue Heidedüne umwandeln. Die Frühjahrsfröste schwächen die Kampfkraft der Calluneten und Sarothamneten dermaßen, daß sie sich nur im Schutze von Wäldern auf der ganzen Nehrung halten können oder wie der Ginster fehlen. Das gilt auch von dem Wacholder. Für diese Pflanzen hat der Mensch in der Latsche ein ebenso anspruchsloses Gewächs gefunden, das fern vom Grundwasser aushält und mit weithinstreichendem Wurzelwerke den Sand so verankert, daß die oben geschilderten Binder, meist Moose und Lichenen, nun ihre Arbeit vollenden können.

Besonders schön kommt der Gegensatz von gebundener und freier Düne bei Pillkoppen heraus. Dieses erreichten wir nach einer prächtigen Fahrt an der fast höchsten Kette der Dünen vorbei. Deutlich sieht man die Schwarze Düne oberhalb Pillkoppen etwa 100 m zurückgelegen, obwohl sie doch demselben Zuge angehört.

Um nun die Dünen in der Nähe zu studieren, stiegen wir in Pillkoppen aus. Dabei war die geringe Tiefe des durch Sandstreuung verschütteten Haffes sehr hinderlich, aber doch sehr instruktiv.

Das Dorf verdankt der glücklich erreichten Festigung der Düne seine Existenz. Auf die ethnographisch nicht uninteressante Bevölkerung und ihre Kurenkähne möchte ich nicht näher eingehen. Wir gingen durch das Dorf hindurch, berührten leider nur zu kurz die Plantagen mit ihrer Unzahl von *Pirola*-Arten (*uniflora*, *secunda*, *minor*, *umbellata*), *Corallorhiza*, *Listera cordata* usw. Leider konnten wir nur vorübergehend die so formenreiche Erlenbruchsuccession sehen, die hier ohne nennenswerten Ansatz zu Sphagneten bleibt.

Wir kamen in das Seitengehänge der Düne und konnten hier den Kampf von Abspülen durch die Niederschläge und den Wind genau studieren. Die Flora bietet hier die seltensten Kinder des Baltikums: *Petasites tomentosus*, *Eryngium maritimum* in Unmassen, *Linaria odora*, *Tragopogon floccosus* und andere mehr.

Beim Hinaufsteigen auf die große Düne des Lepas Kahns konnten die alten Waldhorizonte gezeigt werde. Wir sehen zum Teil noch die Spuren des Holzfällens aus der Zeit des Alten Fritz.

Kennzeichnend für diesen rezenten Waldhorizont ist das Fehlen des Podsol und des Ortsteines. Etwas tiefer liegt der sogenannte Atlantische Horizont mit Podsol und Ortstein. Er verrät uns auch durch sonstige Pflanzenreste das Walten eines wärmeren Klimas. Damals gab es eine graue Düne. Diese konnte wie im Westen die Sandmassen binden und den Boden für die Pineten vorbereiten, welche hier über *Myrtilletum*, *Juniperus* und Aireten gehen, wie man das an anderen Stellen beobachten kann. Im Schutze des Waldes an solchen Stellen, wo die Düne nicht durch Kahlschlag zum Wandern kam (Schwarzort), könnten wir vereinzelt *Empetrum* und *Calluna*, ja sogar in Massen *Linnaea borealis* vorfinden. Diese damals stabile Formation konnte sich selbst erzeugen und bei Störung halten. Dann kam der Klimasturz in subatlantischer Zeit, von einem Trockenhorizonte bemerkt man bekanntlich bei uns im Osten nur dann etwas, wenn man ihn hineinkonstruiert. Die Pineten wurden metastabil, sie konnten sich zwar halten, ja sogar selbst verjüngen, aber nicht mehr selber erzeugen, weil eben die Zwischensuccession, das *Callunetum*, nicht mehr die Klimax einleitet.

In der Tiefe liegen dann noch ältere Horizonte, die boreal sind und ganz unten kann man gerade an dieser Stelle sogar die arktischen Horizonte auf Geschiebe erkennen. Die Kurische Nehrung ist, wie besonders Hess von Wichdorf mit Recht erkannt hat, nicht bei der Littorinasenkung versunken.

Das Kupstengelände mit seinen schönen Parasitendünen, die in konzentrischen Ringen das Vorwandern der Düne markieren, konnten wir nur von oben an dieser Stelle sehen. Es war dabei die Gelegenheit, auch auf das hohe Ansteigen der noch jetzt Sand fangenden Vordüne hinzuweisen, welche gerade hier über dem Plantagenwald sichtbar ist.

In dem Kupstengelände vollziehen sich die Prozesse der Naturbindung des Sandes. Hier sind deutlich die stabilen und labilen Parasitendünen zu sehen. Wenn die Dünen, seien es solche durch *Psamma*, seien es solche durch Weiden: *Salix argentea*, *daphnoides* und *viminalis* gebildete, zu hoch werden und der Grundwasserstand zu ferne ist, so werden sie labil und der Wind weht sie aus. Dadurch kommt ein Steilabfall gegen Westen. Die Form wird zur Parabeldüne.

Zwischen den einzelnen Kupsten erscheinen Abblaseflächen und Sümpfe mit *Juncus balticus*, *Heleocharis*, *Typha*, ja sogar *Eriophorum polystachium*. *Sphagnum* fehlt. Gegen den Plantagenwald sehen wir allmählich in seichter Lage die Festigung zum

Pinetum oder *Betulopinetum* vorschreiten. In den Sümpfen kommt das *Alnobetuletum* heraus. Die Kupsten wahren zum Teil als prachtvolle Restformationen inselartig den Charakter: *Elymus*, *Trifolium arvense*, *Weingaertneria* usw. *Calluna* fehlt. Damit wird auch dem Erlensumpfe keine Säure zugeschwemmt; er muß sie allmählich selbst erzeugen. Er geht in seiner Entwicklung bis zum *Calamagrostidetum lanceolatum*, *Filicetum*, *Alnetum Climacii* oder *Mni.* Aber nur an ganz vereinzelt Stellen, wo die Sand-



Abb. 2. Vortrag auf der Höhe der Düne.

(Aufnahme G. Hoffmann - Magdeburg.)

zufuhr durch Einwehen und Abschwemmen aus den Kupsten fehlt, kommen gelinde Einsätze zu Sphagneten heraus. Die Formation bleibt eben eutroph.

Auf die Spitze des Lepas Kahns hochwandernd, bot sich uns ein herrlicher Blick auf die ungeheure Dünenkette, die höchste der ganzen Nehrung. Uns zu Füßen erblickten wir einen sogenannten Dünenzirkus, den Caspalegehaken. Hier hat eine kleine vorwandernde Düne, vielleicht eine Streuung der großen Dünen, ein Kupstengelände von seltener Schönheit und Gleichmäßigkeit hinterlassen. Seitlich ist der Grabsche Haken mit einer ebensolchen, aber noch höheren Hinterdüne zu sehen. Diese verdankt ihren Ursprung

wohl einem Dünentor, das vorgewandert ist. Diese Haken sind alte Dünen, die gesondert vorwanderten. Wir möchten sie in sehr alte Zeiten zurückversetzen. Sie sind älter als unsere heutigen Dünen, welche eine Ansammlung von Jahrtausenden sind, die nun als Gesamtmasse vorstreichen. Ob der Haffmergel durch solche Dünen wirklich hochgepreßt wurde oder nicht doch alter Geschiebelehm ist, das soll nicht entschieden werden.

Wir rutschten nun den steilen Hang der hohen Düne herab und bestiegen das als kleine Düne sich isolierende Seitengehänge und konnten dabei noch manche Eigenart der Vegetation ansehen. Kontraktile Wurzeln bringen die Pflanzen zum Teil in das nasse Erdreich (*Eryngium*, *Hieracium*, *Tragopogon*).

Leider stand uns zu einer genauen Antwortung der Ergebnisse zu wenig Zeit zur Verfügung.

An den Schluß dieses Berichtes möchte ich die Worte Reinkes setzen: „Die Wanderdünen sind, so paradox es klingen mag, ein botanisches Problem.“ Wir möchten sagen, sie sind eines der großartigsten Beispiele eines Kampfes der Successionen der Pflanzenwelt mit den Gewalten des Wetters und den Tücken des Klimas und seiner Schwankungen.

Möge jedem Besucher die Fülle der Probleme, wie Wanderstraßen und dergleichen, einen ebenso großen Eindruck hinterlassen haben, wie die herbe Schönheit dieser arabischen Wüste mitten im Wasser.

Kleine Mitteilungen.

Unser Mitglied **Prof. Dr. Hans v. Euler-Chelpin** wurde mit dem Nobelpreis für Chemie ausgezeichnet. Er wurde 1873 in Augsburg geboren, widmete sich auf den Universitäten Berlin, Göttingen und Würzburg dem Studium der Physik und Chemie und erhielt im Jahre 1898 einen Lehrauftrag für physikalische Chemie an der Stockholmer Universität. 1906 wurde er ordentlicher Professor und Direktor des allgemeinen Chemischen Laboratoriums in Stockholm. Er ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biochemie und Mitglied der Schwedischen, Bayerischen und Russischen Akademie der Wissenschaften. Seine wissenschaftlichen Arbeiten erstrecken sich auf das Gebiet der physikalischen, organischen und physiologischen Chemie. Namentlich seine Forschungen im Bereich der Pflanzenchemie haben zu wichtigen neuen Ergebnissen geführt und auf seinen Untersuchungen über die Chemie der Hefe und der alkoholischen Gärung, sowie auf seinem grundlegenden Werk über „Die Chemie der Enzyme“ baut sich die ganze moderne Gärungsforschung auf.

Haupt-Hasenberg. Von welchen Eigenschaften des Winterweizens hängt unter den klimatischen Verhältnissen Ostpreußens die Winterfestigkeit ab¹⁾.

Das Klima Ostpreußens ist völlig anders geartet als das anderer deutscher Gebietsteile. Wir haben im zehnjährigen Mittel an 145 Regentagen 614 Millimeter Niederschläge. Die mittlere Jahrestemperatur ist plus 6,6 Grad Celsius. Die niedrigsten Temperaturen liegen im Januar und Februar. Es sinkt in dieser Zeit die Quecksilbersäule auf über minus 30 Grad Celsius. 139 Tage liegen unter dem Gefrierpunkt. Frostfrei sind nur die Monate Juli und August. Die mittlere Sonnenscheindauer beträgt in Ostpreußen an 265 Tagen nur 1616 Stunden. Ganz außerordentlich ungünstig ist das Klima im Frühjahr. Der Übergang von Winter zu sommerlicher Witterung dauert 4—6 Wochen und in dieser Zeit haben wir am Tage warmes Wetter mit Sonnenschein und Wärme bis zu plus 20 Grad Celsius, während in den Nächten die Temperatur fast bis minus 10 Grad Celsius sinkt. Daß eine solche Witterung den jungen Winterweizen- und Winterroggenpflänzchen verderbenbringend ist, liegt klar auf der Hand. Naturgemäß ist die Auswinterungsziffer auch in Ostpreußen außerordentlich hoch. Im Mittel der Jahre 1920—26 winternten 2637 Hektar Winterweizen und 25966 Hektar Winterroggen aus. Dieses sind Mittelzahlen, dazwischen liegen Jahre mit sehr viel größeren Auswinterungsschäden, z. B. 1924 winternten 128858 Hektar Winterroggen und 1926 10912 Hektar Winterweizen aus. Die Verluste, welche die Landwirtschaft durch diese Auswinterungsschäden hat, sind ganz außerordentlich hoch und betragen viele Millionen Mark. An alljährlich in der Saatzucht und Versuchswirtschaft Hasenberg durchgeführten Versuchen kann man feststellen, wie wenige mitteldeutsche Sorten überhaupt für einen Anbau in Ostpreußen in Frage kommen. Die Ergebnisse der letzten Jahre haben den Beweis geliefert, daß nur ganz vereinzelte Sorten geeignet sind und diese auch eine gewisse Unsicherheit zeigen. Es ist nun wichtig den Gründen nachzugehen, welche diese großen Auswinterungsschäden bewirken. Nach jahrelangen Beobachtungen und nach dieser Richtung hin eingeleiteten Versuchen konnte von dem Vortragenden festgestellt werden, daß es weniger die geringe Kälteresistenz unserer Sorten ist, sondern daß vor allen Dingen das Bewurzelungsvermögen unserer Weizensorten eine bedeutende Rolle bei dem Auswinterungsproblem in Ostpreußen spielt. Es wurden nach dieser Richtung hin 13 Winterweizensorten in Feldversuchen sowie in Topfversuchen auf leichten und auch auf schweren Böden untersucht und es konnte zahlenmäßig festgestellt werden, daß tatsächlich alle die Sorten kräftige und gesunde Pflanzen entwickelten und einen guten Feldbestand zeigten, welche eine große Anzahl Wurzelfasern bereits im Herbst entwickelt hatten, während alle diejenigen, die nur 4—6 Wurzelfasern aufweisen konnten, im Frühjahr tot waren. Es sind diese Untersuchungen für die Pflanzenzüchtung in Ostpreußen von sehr wesentlicher Bedeutung und es müssen die Zuchtstämme nach dieser Richtung hin jährlich untersucht werden.

¹⁾ Vorgetragen auf der Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik in Königsberg am 1. Juli 1929.

Besprechungen aus der Literatur.

Appel, O. Taschenatlas der Krankheiten des Beeren- und Schalenobstes. P. Parey, Berlin 1929.

In der Reihe von Parey's Taschenatlanten ist nunmehr der sechste, noch ausstehende Atlas erschienen. Wie bei den anderen Bändchen sind auch hier wieder die einzelnen Krankheiten auf 24 Farbendrucktafeln dargestellt, die nach Angaben des Direktors der Biologischen Reichsanstalt von Kunstmaler August Dressel im Original meisterhaft gemalt worden sind. In einem kurzen Text sind die diagnostischen Kennzeichen der Krankheit, der Entwicklungsgang des Erregers und die Bekämpfungsmaßnahmen beschrieben. In diesem Heft werden die Krankheiten der Erdbeere, der Himbeere, der Johannis- und Stachelbeere und der Wal- und Haselnuß behandelt. Es betrifft also einen Zweig des Obstbaues, der besonders in Kleingärten viel gepflegt wird. Jedem Gartenliebhaber kann daher das Buch warm empfohlen werden, da es ihn in den Stand setzt, die im Anbau des Beeren- und Schalenobstes häufig entstehenden Schwierigkeiten durch Bekämpfung der Krankheiten zu überwinden. Es kommt nicht nur darauf an, den Ertrag zu heben, sondern auch ein tadelloses Aussehen der Früchte zu erzielen.

Sn.

A. Sprecher von Bernegg. Tropische und subtropische Weltwirtschaftspflanzen. II. Teil: Ölpflanzen. Stuttgart (Enke) 1929.

Der vorliegende II. Band behandelt den Ölbaum, das eßbare Zypergras, den Sesam, die Erdnuß, die Sojabohne, die Kokospalme und die Ölpalme. Die Disposition in den einzelnen Kapiteln ist prinzipiell die gleiche, wie in dem I. Band, der im letzten Heft der „Angew. Bot.“ besprochen wurde. Neu kommt für jede Pflanze eine Zusammenstellung von Zahlen hinzu, die über eine knappe Druckseite die wichtigsten Angaben über ihre Wärmeansprüche, Nährstoffgehalt und andere Eigenschaften ihrer Produkte, deren Ernte usw. geben. Bei den Angaben über die Schädlinge wird auf Tabellen verzichtet. Die ganze Darstellung ist wieder so, daß die Lektüre des Buches ein reines Vergnügen bietet. Auch einem nicht speziell interessierten Leser werden besondere Abschnitte, wie der über die Geschichte des Ölbaumes, vieles bieten. Die Werke haben besonderen Wert durch das Wissen des Verfassers, das nicht nur in die Tiefe geht, sondern auch hinsichtlich Literatur, Geschichte usw. weit umfassend ist. Zudem braucht Verf. sich keineswegs auf eine Art kritischen Sammelreferats zu beschränken, gibt vielmehr eine Fülle eigener Beobachtungen. Kretschmer, Berlin-Dahlem.

Dinter, K. Sukkulentenforschung in Südwestafrika II. Herrnhut i. Sa., 143 Seiten, 4 ganzseitige Tafeln, 1 Karte.

Das Buch enthält eine fesselnde Reisebeschreibung durch das Südwestafrika der Nachkriegszeit. Der Leser bekommt einen interessanten Einblick in die Methodik und die Technik einer mit einfachsten Mitteln unternommenen Forschungsreise. Den wissenschaftlichen Wert der Reiseausbeute kann Referent nicht beurteilen, da ihm hierfür die systematischen Kenntnisse fehlen.

Merkenschlager, Dahlem.

Schindler, A. K. und Kache, Paul. Der Garten und seine Jahreszeiten. Das große praktische Gartenbuch mit 1600 Abbildungen. 2 Bände. Berlin, Verlag von Ullstein & Co.

Von dem im vorigen Heft bereits angezeigten Werk ist nunmehr auch der 2. Band erschienen. Dieser enthält die Arbeiten vom Juli bis Februar. Auch er gibt wieder in außerordentlich anschaulicher Weise ein Bild von der Mannigfaltigkeit des Materials und Anleitungen zu den jeweils auszuführenden Arbeiten. Eine Zusammenstellung der gärtnerischen Fachausdrücke und ihre Erläuterungen dürften für den Nicht-Fachmann von Wert sein. Besonders wichtig erscheint mir aber die Zusammenstellung der wichtigsten Gewächse des Gartens mit Angabe über ihre Blütenfarbe und sonstige, für den Gartenliebhaber wichtige Bemerkungen.

Für die Einjahrsblüher und Stauden sind die wichtigsten Daten, nämlich Blütezeit und Blütenfarbe, Höhe und besondere Merkmale bzw. Ansprüche, in außerordentlich übersichtlichen Tafeln dargestellt. Für die Blütengehölze ist dies durch eine tabellarische Übersicht erreicht. Diese Angaben sind außerordentlich wichtig für die Zusammenstellung von Gruppen, da es dadurch leicht erreicht werden kann, die Pflanzen nach ihrer Farbe und Wuchsform richtig zusammenzustellen und ihren Bedürfnissen entsprechend (volle Sonne, Halbschatten, Schatten, Trockenheit usw.) auszusuchen.

Das Sachregister oder, wie es hier heißt, Stichwörterverzeichnis ist von erfreulicher Ausführlichkeit, so daß es wesentlich zur leichten Benutzung des Buches beiträgt.

Der 2. Band bestätigt vollkommen den Eindruck des 1. Bandes, wie er in meinem vorigen Referat gekennzeichnet ist.

Appel, Dahlem

Wehrhahn, H. R. Die Gartenstauden. Ein Handbuch für Gärtner, Staudenzüchter und Gartenfreunde. Mit ungefähr 400 Abbildungen. Etwa 10 Lieferungen zu je 5,20 RM. Berlin, Verlag von Paul Parey.

Wer die neuere Gartengestaltung verfolgt hat, wird sich des Eindruckes nicht erwehren können, daß gegen früher durch eine wesentlich stärkere Heranziehung von Blüten- und Schmuckstauden unsere Gärten an Schönheit und Vielgestaltigkeit sehr gewonnen haben. Die Heranziehung geeigneter einheimischer Pflanzen, die Einführung winterharter Stauden aus anderen Weltteilen hat das Material so vielseitig gestaltet, daß für alle Zwecke geeignete Pflanzen vorhanden sind. Bis jetzt war ein zusammenfassendes Buch über dieses reiche Material noch nicht vorhanden. Hier Abhilfe zu schaffen, ist der Zweck des vorliegenden Werkes, und man kann von vornherein sagen, daß gerade Wehrhahn dazu der geeignete Mann ist, ein solches Werk zu schaffen.

Aufgebaut ist das Buch auf botanischer Grundlage. Die Anordnung ist nach Familien, innerhalb der Familien nach Gattungen erfolgt. In den Familien führt zunächst ein dichotomer Schlüssel zu den Gattungen. Die Arten sind dann botanisch beschrieben, und außerdem sind kurze, aber ausreichende Angaben über die Veredlungsmöglichkeit gegeben.

Sehr schöne Illustrationen nach Photographien lebenden Materials geben ein anschauliches Bild der wichtigsten Arten. 400 solcher Abbildungen werden das fertige Werk schmücken, von dem bis jetzt 3 Lieferungen vorliegen.

Appel, Dahlem.

Wehrhahn, H. R. Großes Handbuch für Gartenbau und Gartenkultur. Ein Lehr- und Nachschlagewerk für Gärtner und Gartenliebhaber. Mit 1117 Textabbildungen, 30 einfarbigen und 15 mehrfarbigen Tafeln. Leipzig, Verlag von Ernst Wiest Nachf., Band 1 und 2.

Das vorliegende Handbuch ist eine völlige Neubearbeitung des ursprünglich von Settegast, später von Wehrhahn herausgegebenen illustrierten Handbuches des Gartenbaues. Die weite Verbreitung, die dasselbe in seinen früheren Auflagen hatte, zeigt schon, daß es einem Bedürfnis entspricht. In der jetzigen Zeit, in der der Gartenbau anfängt, sich auf eine breitere Basis zu stellen um auch die Wissenschaft zu Wort kommen zu lassen, ist die Neugestaltung besonders zu begrüßen. Zur Bewältigung des vielgestaltigen Materials hat der Herausgeber eine größere Anzahl von Fachleuten für die einzelnen Kapitel herangezogen.

Eingeteilt ist das Werk in folgende Teile: 1. Teil: Die wissenschaftliche Grundlage des Gartenbaues. Dieser zerfällt in die Abschnitte Botanik, Pflanzenzüchtung, Pflanzenkrankheiten, Bodenkunde, Düngerehre und Witterungskunde. — 2. Teil: Gärtnerische Pflanzenkunde mit den Abschnitten Gewächshauspflanzen, gebräuchlichere Handels- und Marktpflanzen, Gehölzkunde, Blütenstauden, Sommerblumen und Arzneipflanzen. — 3. Teil: Nutzgärtnerei, und zwar Gerätelehre, die gärtnerischen Kulturbauten, Pflanzenvermehrung, Baumschulbetrieb, Obstbau, Weinbau, Fruchttreiberei, Gemüsebau, Gemüsetreiberei, Obst- und Gemüseverwertung, Samenbau, Blumentreiberei und die Arbeiten im Laufe des Jahres. — 4. Teil: Gartengestaltung, Feldmessen und Nivellieren, Gartentechnik, Perspektiven für Gartentechniker, Naturdenkmalschutz und Landschaftspflege. — 5. Teil: Blumenschmuckkunst. — 6. Teil: Das Schriftwerk des Gärtners. — 7. Teil: Gesetzliche Sonderbestimmungen für Gärtner.

Somit enthält das Werk alles, was für den Erwerbsgärtner und den Liebhabergärtner zu wissen wichtig ist. Durch die reiche Gliederung ist es auch möglich, das Werk als Nachschlagebuch für jeden Einzelfall zu benutzen. Daß nicht alle einzelnen Teile auf gleicher Höhe stehen, ist nicht zu vermeiden. Vielleicht läßt sich da und dort, z. B. bei den Pflanzenkrankheiten, in der nächsten Auflage einiges verbessern. Auch würde eine zusammenfassende Darstellung der Ein- und Ausfuhrbestimmungen für die Handelsgärtner von Nutzen sein.

Zur Erläuterung sind 30 einfarbige und 15 mehrfarbige Tafeln sowie 1117 Textabbildungen beigegeben.

Für alle Botaniker, die mit Gartenbau zu tun haben, ist das vorliegende Werk ein wertvolles Hilfsmittel, und für den Gärtner und Staudenzüchter ist es unentbehrlich. Aber auch jeder Gartenfreund wird seine Freude daran haben.

Appel, Dahlem.

Wehmer, C. Die Pflanzenstoffe. Zweite Auflage. 1. Bd. Verlag Gustav Fischer. Jena 1929. 640 Seiten brosch.: 45 M., geb.: 47,50 M.

Dieses Riesenwerk von „gesammelten Notizen zur Chemie der Pflanzen“, dessen Neuauflage von allen interessierten Kreisen seit längerer Zeit erwartet wird, geht seiner Vollendung entgegen. „Vieles Neue kam hinzu, manche früheren Angaben konnten verbessert werden“. Aus diesem Grunde ließ das Werk sich nicht mehr auf einen Band beschränken. Das Material mußte auf zwei umfangreiche Bände ver-

teilt werden, von denen der erste im August 1929 fertiggestellt worden ist. Der zweite dürfte Ende dieses Jahres erscheinen. Im ersten ist die Literatur bis Anfang 1929 verwertet. Ein Inhaltsverzeichnis wird der zweite enthalten, dafür ist dem ersten ein Pflanzenfamilien-Index beigegeben. Er umfaßt das Gebiet der Gymnospermen, Monocotylen und Dicotylen bis zu den Rutaceen. Der systematischen Einteilung ist das Englersche System zugrunde gelegt. Da Wehmers Pflanzenfamilien hinreichend in Fachkreisen bekannt sein dürften, sei nur in Kürze auf den Inhalt hingewiesen.

Nach Nennung der botanischen Nomenklatur folgen Angaben über Heimat, Geschichte, Verbreitung und Kulturgebiete der betreffenden Pflanze, sowie Erläuterung der aus ihr gewonnenen Produkte. Den weitaus größten Teil nehmen die chemischen qualitativen und quantitativen Bestimmungsergebnisse und die der einzelnen Inhaltsstoffe ein. In manchen Fällen schließt sich eine knappe Beschreibung der betreffenden Substanzen und ihrer Spaltungsprodukte an. Liegen Ergebnisse über Ascheanalysen vor, sind auch diese erwähnt. Abgesehen von der Fülle, man kann wohl sagen, vollständigen Aufzählung wertvollen Tatsachenmaterials, dessen Bearbeitung, Sammlung und Ergänzung eine ungeheure Arbeitsleistung darstellt, liegt weiterhin der Wert dieses Werkes in der reichhaltigen Literaturangabe. Dem Artikel *Triticum sativum* sind beispielsweise 131 Zitate angefügt. Sämtliche Angaben sind in möglichst Kürze gehalten, so daß eine bequeme Übersichtlichkeit gewahrt bleibt. Leider ist es im Rahmen eines Referates nicht möglich, auch nur annähernd den Umfang des Werkes zu umreißen.

Bärner, Berlin-Dahlem.

Zahn, G. v. Der Kampf mit dem Urwald. Verlag Gustav Fischer, Jena 1929.

In dieser Rede, die Verfasser zur Feier der akademischen Preisverteilung am 22. Juni 1929 gehalten hat, wird gezeigt, daß der Urwald nicht der Freund des Menschen, sondern sein Feind ist. Es wird auf die Schwierigkeiten hingewiesen, im Urwald Nahrungsmittel zu finden und auf die Undurchdringlichkeit des Waldes, so daß die Geschwindigkeit des Vorwärtkommens ungemein klein ist und dem Menschen die Gefahr des Hungertodes droht. Sehr anschaulich wird der Kampf mit dem Urwald, der von dem Pflanzenbauer mit Beil und Feuer in schwerer Arbeit geführt wird, geschildert. Das Verhältnis des Menschen zum Urwald wird dadurch gekennzeichnet, daß die ältesten Kulturmittelpunkte der Alten Welt in Ägypten, Mesopotamien, Vorderindien und Nordchina in waldarmem Gelände von Steppen und Savannen lagen.

Sn.

Mitgliederverzeichnis der Vereinigung für angewandte Botanik.

Ehrenmitglieder.

- Butler, Dr. E. J., Director of the Imperial Bureau of Mycology, Kew,
17 The Green, Surrey, England.
- Jaczewsky, Prof. Dr. A., Direktor des Instituts f. Mykologie und
Phytopathologie, Leningrad, USSR. Angelisky Prospekt 29.
- Jones, Dr. L. R., Prof. an der Universität Wisconsin, Madison,
Wisc. U.S.A.
- Nilsson-Ehle, Dr. N. H., Prof. für Vererbungslehre an der Universität
Lund und Direktor der Pflanzenzuchtanstalt in Svalöf, Åkarp
b. Lund, Schweden.
- Loew, Prof. Dr. Oscar, Berlin NW 40, Lüneburger Str. 21 IV.

Korrespondierende Mitglieder.

- Güssow, H. T., Central Experimental Farm, Ottawa, Ont. Canada.
- Orton, Dr. W. A., Sc. Director and General Manager Tropical Plant
Research Foundation, Washington, D. C., U.S.A.
- Prianischnikow, Dr. D. N., Prof. a. d. Landwirtschaftlichen Akademie
Timirjasow und Universität, Moskau, USSR.
- Stakman, Dr. E. C., Prof. für Phytopathologie an der Universität
St. Paul, Minnesota, U.S.A.
- Salaman, R. N., Chairman of the Synonym and potato Comitees and
Vice-President of the National Institute of Agricult. Botany,
Barley, Herts., England.
- Vavilov, Prof. Dr. N. F., Leningrad, USSR., Morskaja 44.
- Westerdijk, Dr. Johanna, Prof. an der Universität Utrecht, Direktor
des Phytopathologischen Laboratoriums Willie Commelin Scholten
Baarn, Holland, Javalaan 4.

Ordentliche Mitglieder.

- Ackermann, Dr. J., Ökonomierat, Irlbach, Post Straßkirchen bei
Straubing (Bayern).
- Appel, Dr. Otto, Professor, Geh. Regierungsrat, Direktor der Bio-
logischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-
Dahlem, Königin Luisestr. 19.
- Appel, Dr. G. Otto, Leiter der Hess. Hauptstelle für Pflanzenschutz,
Gießen, Karl-Vogt-Str. 16.
- Arens, Dr. F. M., Galang, Sumatra, Oost Kust (Niederl. Indien).

- Arland, Dr., Assistent am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzucht der Universität Leipzig.
- Atanasoff, Dr. D., Agrikulturchemische Fakultät d. Universität in Sofia, Bulgarien.
- Avenarius-Herborn, Dr. Heinrich, Gau-Algesheim (Kr. Bingen), Mainzer Str. 10.
- Bachmann, Prof. Dr. Ewald, Radebeul-Oberlößnitz bei Dresden, Moltkestr. 24.
- Badisches Weinbauinstitut, Freiburg i. Br., Bismarckstr. 9.
- Balde, Hans Th., Apotheker, Ettlingen (Baden), Schützenstr. 10.
- Bärner, Dr. Johannes, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem.
- Bartels, Dipl.-Landw. Dr. Fritz, Bonn a. Rh., Meckenheimer Allee 106.
- Bartosch, Julius, Dipl.-Landw., Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem.
- Gräfl. v. Bassewitz-Levetzowsche Güterverwaltung, Kläden (Kr. Stendal).
- Bassermann-Jordan, Dr. jur., Wirkl. Geheimer Rat, Fr. v., Deidesheim (Rheinpfalz).
- Baumann, Dr. E., Ostmärkische Saatbaugenossenschaft, Schwiebus.
- Baur, Dr. E., Professor, Direktor d. Kaiser-Wilhelm-Instituts f. Züchtungsforschung in Müncheberg (Mark).
- Baur, Dr. Georg, Abt.-Vorsteher d. Landessaatzuchtanstalt in Hohenheim bei Stuttgart.
- Bavendamm, Dr. Werner, Privatdozent für Botanik an der Forstlichen Hochschule Tharandt und der Technischen Hochschule Dresden, Tharandt b. Dresden, Sidonienstr. 166 B.
- The Bayer Company, Inc., Agricultural Department, New York, 80 Varick Street.
- Becker, Dr. Adalbert, Berlin-Steglitz, Belfortstr. 7.
- Becker, Johanna, Dipl.-Landwirt, Berlin-Steglitz, Grunewaldstr. 5.
- Becker, I., Saatzuchtdirektor, Rittergut Elstertrebnitz bei Pegau (Sachsen).
- Becker, Dr. Karl-Ernst, Vorsteher der botanischen Abteilung der Anhaltischen Versuchsstation und Leiter der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Anhalt, Bernburg a. S., Annenstr. 23.
- Begemann, Dr. Otto, Schweinfurt, Mainberger Str. 10.
- Behn, Dr., Regierungsrat, Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem.
- Behrisch, Richard, Assistent a. d. Hauptstelle f. Pflanzenschutz für die Provinz Hannover, Hannover, Georgsplatz 19.
- Benary, Heinrich, Erfurt, Friedrichstr. 14.

- Benecke, Dr. Wilhelm, Professor für Botanik an der Universität, Münster i. W., Am Kreuztor 5.
- Bergianischer Garten in Stockholm 50.
- Berkner, Dr. Friedrich Wilhelm, Professor für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Direktor d. Instituts f. Landwirtschaftliche Pflanzenproduktionslehre, Breslau.
- Bickel, Direktor I. G., Vorstand der höheren Staatslehranstalt für Gartenbau in Weißenstephan b. Freising.
- Bielert, Dr. R., Leiter der Abteilung für Pflanzenschutz der Landwirtschaftskammer für die Provinz Oberschlesien in Proskau (Oberschl.), Lehranstalt für Obst- und Gartenbau.
- Bier, Prof. Dr. A., Geh. Regierungsrat, Direktor der Chirurg. Universitätsklinik, Berlin NW 23, Lessingstr. 1.
- Bischoff, Dr. A., Abteilungsleiter der Landwirtschaftskammer in Hannover, Leopoldstr. 11/13.
- Bloch, Dr. Robert, Berlin-Charlottenburg II, Knesebeckstr. 83 III.
- Blunck, Dr. Hans, Regierungsrat, Professor an der Universität Kiel, Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft und Leiter der Zweigstelle Kiel, Kitzeberg, Post Heikendorf, Stauenkamp 3.
- Boas, Dr. Friedrich, Professor für Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Weißenstephan bei Freising.
- Boehringer, C. H., Chemische Fabrik in Nieder-Ingelheim (Rhein).
- Bockholt, Dr. K., Institut für Pflanzenzüchtung, Landsberg a. W., Theaterstr. 25.
- Boerger, Prof. Dr. Albert, Direktor der Landesanstalt für Pflanzenzucht in Uruguay in La Estanzuela (Uruguay).
- Böhm, Friedrich, Kartoffelzuchtstation Adolfsruh, Post Balster bei Kallies (Pommern).
- Bohne, Geschäftsführer der Gesellschaft zur Förderung deutscher Pflanzenzucht, Berlin W 35, Lützowstr. 109/110.
- Bonne, K., Saatzuchtdirektor der Firma Strube in Schlanstedt (Kr. Oschersleben).
- Bonrath, Dr. Wilhelm, Wissenschaftlicher Mitarbeiter der I. G. Farbenindustrie A.-G. in Leverkusen bei Köln a. Rh.
- Boresch, Dr. Karl, Prof. a. d. Landwirtschaftl. Abteilung der Prager deutschen techn. Hochschule, Tetschen a. E. Nr. 800.
- Bornemann, Prof., Dr., Eisenach, Kaiser-Wilhelm-Str. 15.
- Börner, Dr. Karl, Oberregierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Leiter der Zweigstelle Naumburg a. Saale, Weißenfelder Str. 57.
- Borries-Eckendorf, W. v., Saatzuchtleitung, Rittergut Hovedissen, Post Leopoldshöhe (Lippe).

- Bortels, Dr. Hermann, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.
- Bos, Dr. H., Rijksproefstation voor Zaadcontrole in Wageningen (Holland).
- Boshart, Dr. Karl, München, Volkartstr. 8.
- Branscheidt, Dr. P., Botanisches Institut der Universität Würzburg.
- Braun, Prof. Dr. K., Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Leiter der Zweigstelle Stade (Hannover), Harsefelderstr. 57a.
- Braun, Dr. Hans, Dipl.-Landwirt, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem.
- Braun, Ferdinand, Prokurist der I. G. Farbenindustrie A.-G., Abt. für Schädlingsbekämpfung in Wiesdorf bei Köln, Kaiserstr. 20.
- Bredemann, Dr. G., Regierungsrat, Professor an der Universität und Direktor des Instituts für angewandte Botanik in Hamburg 36, Bei den Kirchhöfen 14.
- Brehmer, Dr. W. v., Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem.
- Bremer, Dr. W., Vorstand des Städtischen Nahrungsmittelunternehmensamtes in Harburg a. E.
- Bremer, Dr. Hans, Regierungsrat und Leiter der Zweigstelle der Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Aschersleben, Ermslebener Str. 52.
- Breustedt, Otto, Rittergut Schladen (Harz).
- Brucker, K. W., Staatl. dipl. Gartenbauinspektor, Heidelberg (Baden), Steigerweg 51.
- Bruckner, Dr. Johannes, Lehrer, Wien 19, Gebhardtgasse 3.
- Brunner, Dr. K., Hamburg 36, Jungiusstraße.
- Brüning, Prof. Dr. A., Berlin-Karlshorst, Gundelfingerstr. 5a.
- Buchner, Dr. Max, Direktor, Hannover-Kleefeld, Schellingstr. 1.
- Büchting, K., Direktor der Ragis G. m. b. H., Berlin NW 7, Friedrichstraße 100.
- Budde, Dr., Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.
- Buisman, Dr. Christine, Baarn (Holland), Javalaan 6.
- Bülow, Stolp in Pommern, Amtsstr. 28.
- Bundesanstalt für Pflanzenbau u. Samenprüfung in Wien II, Lagerhausstr. 174.
- Bürger, Dr. Kurt, Saatzuchtinspektor, Bremen, Lönningstr. 24.
- Burmester, Dr. Hermann, Breslau, Körnerstr. 10.
- Busch, Dr. H., Deutsche Gesellschaft für Schädlingsbekämpfung in Frankfurt a. M., Weißfrauenstr. 7/9.
- Busse, Dr. Walter, Geh. Oberregierungsrat, Institut International d'Agriculture in Rom 127, Via Nomentana 261.

- Caesar, Friedegunde, Saatzuchtleiterin der Niedersächsischen Saatzuchtvereinigung G. m. b. H., Ebstorf, Kr. Ülzen (Hannover).
- Caro, Prof. Dr. Nikodem, Geh. Regierungsrat, Bayer. Stickstoffwerke A.-G., Landwirtschaftl. Abt. in Berlin NW 7, Schadowstr. 4/5.
- Chomisury, N., Dozent an der Staatsuniversität, Landwirtschaftliche Fakultät in Tiflis, Georgien (Kaukasus).
- Christiansen-Weniger, Prof. Dr. F., Borby b. Eckernförde.
- Christmann, Ministerialrat, Direktor der Bayr. Landesanstalt für Pflanzenbau in München, Liebigstr. 25.
- Christoph, Dr. Karl, Saatzuchtleiter, Oldenburg, Roggemannstr. 3.
- Claus, Dr. E., Saatzuchtleiter der Fa. Gebr. Dippe A.-G. in Quedlinburg a. H., Neuer Weg 17.
- Claußen, Dr. Peter, Professor für Botanik, Direktor des Botanischen und Pharmakognostischen Instituts und Gartens der Universität Marburg (Lahn), Deutschhausstr. 28.
- Coleman, Dr. Lesley, Professor für Phytopathologie an der Universität und Director of the Department of Agriculture in Bangalore (Mysore State), India.
- Crüger, Dr. phil., Otto, Direktor des Samenuntersuchungsamtes und der Hauptstelle für Pflanzenschutz der Landwirtschaftskammer in Königsberg (Preußen), Beethovenstr. 24/26.
- Demeter, Dr. K. L., Leiter der Bakteriologischen Abteilung der Süddeutschen Forschungsanstalt für Milchwirtschaft in Weihenstephan bei Freising.
- Deutsche Superphosphatindustrie, Landwirtschaftliche Hauptberatungsstelle in Berlin W 10, Siegismundstr. 7.
- Diels, Dr. Ludwig, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens und Museums in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 6/8.
- Diepenbrock, Dr. Felix, Berlin-Steglitz, Haydnstr. 28.
- Dimmek, Bibliothekar an der Forstlichen Hochschule in Eberswalde.
- Dingler, Dr. Hermann, Professor für Botanik, Aschaffenburg (Bayern), Grünwaldstr. 15.
- Dippe, Gebr., A.-G., Quedlinburg a. Harz, Neuer Weg.
- Dix, Dr., Professor für Landwirtschaft und Direktor des Instituts für Pflanzenbau an der Universität Kiel, Esmarchstr. 42 II.
- Doerfel, Dr., Köln-Mülheim, Frankfurter Str. 79.
- Doering, Dr., Institut f. Pflanzenkrankheiten, Landsberg (Warthe).
- Dounin, M. S., Director of the Farmer Agricultural Laboratory, Moscow-centr. M. Tsherkassky 3/4 (USSR.).
- Doyer, Dr. L. C., Wageningen (Holland), Hoogstraat 71.
- Dreyer & Co., G. m. b. H., Abt. Pflanzenschutz in Frankfurt a. M., Steinweg 9 IV.

Dupré, A., Chemische Fabrik, G. m. b. H., Köln-Kalk a. Rh.
 Gräfllich v. Dürckheimsche Gutsverwaltung, Abteilung für Saat-
 zucht in Jassen, Kreis Bütow (Pommern).
 Dutschewski, Dipl.-Ing., Sofia (Bulgarien), Arda Targowska 20.

Echtermeyer, Prof. Theodor, Landesökonomierat, Berlin-Steglitz,
 Belfortstr. 20.

Edler, Prof. Dr., Geh. Hofrat, Jena, Schloßgasse 17.

Ehatt, Landesökonomierat, Weinbaudirektor in Trier, Christophstr. 4/5.

Ehrlich, Prof. Dr. Felix, Direktor des Instituts für Biochemie und
 landwirtschaftliche Technologie der Universität in Breslau,
 Hansastr. 25.

Eichinger, Prof. Dr. A., Regierungsrat a. D., Saatzuchtleiter, Pforten
 (Niederlausitz).

Elkar, Hans, Saatzuchtleiter, Irlbach, Post Straßkirchen b. Straubing.

Elßmann, Dr. Emil, Studienrat, Leiter der wissenschaftl. Abteilung
 der Höheren Staatslehranstalt für Gartenbau in Weihenstephan,
 Freising, Ruppstr. 23 II.

Engelmann, Dr., Landwirtschaftliches Institut in Dresden A 16,
 Hindenburgstr. 18 II.

Engler, Dr. A., Geh. Oberregierungsrat, Professor für Botanik, Berlin-
 Dahlem, Botanischer Garten.

Ermeler, Rolf, Dipl.-Landwirt, Berlin NW 40, Helgoländer Ufer 1.

Escherich, Prof. Dr. K., Geh. Regierungsrat, Forstliche Versuchsanstalt,
 Zoolog. Abteilung in München.

Esdorn, Dr. Ilse, Institut für angewandte Botanik in Hamburg 37,
 Isestr. 141 II.

Esmarch, Dr. Ferdinand, Landwirtschaftliche Versuchsanstalt in
 Dresden A 16, Stübelallee 2.

Esser, Dr. Peter, Professor an der Universität, Direktor des Bo-
 tanischen Instituts der Universität in Köln-Zollstock, Vor-
 gebirgstr. 51.

v. Euler-Chelpin, Dr. H., Professor für Chemie an der Universität in
 Stockholm 6.

Ewert, Prof. Dr. R., Landsberg a. d. Warthe, Roßwieserstr. 51.

Ext, Dr. Werner, Leiter der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Kiel,
 Gutenbergstr. 76.

Faes, Dr., Direktor der Station fédérale d'Essais viticoles, Lausanne,
 Montagibert.

Falck, Dr. Richard, Professor für technische Mykologie an der
 forstlichen Hochschule in Hann.-Münden, Altmünden 75.

- Farenholtz, Dr. Hermann, Vorsteher der Hauptstelle für Pflanzenschutz, Städtisches Museum für Natur-, Völker- und Handelskunde in Bremen, Bahnhofplatz.
- Faull, Dr. J. H., Professor an der Universität in Toronto (Ontario-Canada), Botanisches Institut, 11 Queens Park.
- Faworow, Alexis Michailowitsch, Leiter der genetischen Abteilung des Ukrainischen Instituts für Genetik und Pflanzenzüchtung in Odessa, USSR.
- Felix, E. L., Bailey Hall, Cornell University in Ithaca (New York).
- Ferdinandsen, Dr. C., Professor für Phytopathologie an der Landbohøjskole in Kopenhagen V, Bülowsvej 13.
- Feucht, Werner, Dipl.-Landwirt, Assistent an der Pflanzenschutzstation in Jena, Maurerstr. 1.
- Figna, Rudolf, Direktor der Anstalt für Kartoffelzucht in Slapy, Post Tabor 2 (Tschecho-Slovakei).
- Fischer, Gustav J., Ing. agr., Ex-Subdirector del Instituto Fitotécnico „La Estanzuela“ in Buenos Aires, Olleros 2365 (Argentinien).
- Fischer, Dr. Gustav, Regierungsrat in Berlin W 9, Leipziger Platz 7.
- Fischer, Georg, Dipl.-Gartenbauinspektor, Zerbst (Anhalt).
- Fischer, Dr. Hugo, Berlin-Steglitz, Martinstr. 2.
- Fischer, Dr. Wilhelm, Landwirtschaftskammerrat und Vorsteher der Hauptstelle für Pflanzenschutz der Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover in Hannover-Kirchrode, Saldernstr. 19.
- Flieg, Dr. Oskar, Badische Anilin- und Sodafabrik in Limburgerhof, Königsplatz 7.
- Forsteneichner, Franz, Dipl.-Landwirt, Institut für Phytopathologie in Angora (Türkei).
- Franke, Dr. Ulrich, Chemische Fabrik v. d. Heyden in Radebeul b. Dresden.
- Frenzel, Helmut, Dipl.-Landwirt, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem.
- Frickhinger, Dr. H. W., wissenschaftl. Mitarbeiter der I. G. Farbenindustrie A.-G. Leverkusen in München, Richard-Wagner-Str. 5.
- Friedrichs, Dr. Gustav, Anstalt für Pflanzenschutz, Münster i. W., Dechaneistr. 10.
- Friesen, Dr. Georg, Braunschweig, Göttingstr. 21 III.
- Frölich, Dr. Gustav, Professor an der Universität, Direktor des Instituts für Tierzucht und Molkereiwesen, Halle a. S., Sophienstr. 15.
- Fuess, Hans, Weinbauoberinspektor an der Preußischen Rebenveredlungsanstalt in Berncastel-Cues.
- Funk, Dr. Georg, Professor für Botanik an der Universität Gießen, Bleichstr. 4.

- Gante, Dr. Th., Pflanzenpathologische Versuchsstation in Geisenheim a. Rh.
- Gareis, W. Rudolf, Staatl. Domänenweinbaudirektor in Eltville a. Rh., Walluferstr. 6.
- Gaßner, Dr. Gustav, Professor für Botanik und Direktor des Botanischen Gartens der Technischen Hochschule in Braunschweig, Humboldtstr. 1.
- Gäumann, Dr. Ernst, Professor an der Technischen Hochschule in Zürich 6, Universitätsstr. 2.
- Geduldig, W., Kunstgärtner, Aachen, Haus Weißenberg am Königshügel.
- Gehring, Dr. Alfred, Priv.-Dozent, Leiter der landw. Versuchsstation, Braunschweig, Hochstr. 17/18.
- Geißler, Dipl.-Landwirt, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Gemeinhardt, Dr. K., Pharmazierat, Berlin NW 21, Bochumer Str. 18.
- Gentner, Dr. G., Regierungsrat, Direktor der Abteilung für Samenkontrolle der Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München, Ungererstr. 64.
- Gerneck, Dr. K., Bayrische Weinbauschule in Veitshöchheim bei Würzburg.
- v. Gescher, Dr. Norbert, Rom.
- Geßner, Dr. Albert, Badisches Weinbauinstitut in Freiburg i. Br., Goethestr. 9.
- Gildemeister, Prof. Dr. E., Goslar, Triftweg 22.
- Gilg, Dr. Ernst, Professor für Botanik an der Universität und Kustos am Botanischen Museum in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 6/8.
- Gleisberg, Dr. Walter, Professor, Leiter des Instituts für gärtnerische Botanik und Pflanzenzüchtung der Höheren Staatslehranstalt für Gartenbau in Pillnitz bei Dresden.
- Goebel, Dr., Direktor der „Soteria“ Chem. Fabrik A.-G. in Berlin N 65, Chausseestr. 84.
- Görbing, Johannes, Forschungsanstalt für Bodenkunde u. Pflanzenernährung in Rellingen, Post Pinneberg (Holstein).
- Goette, cand. rer. techn., Braunschweig, Museumstr. 6.
- Goeze, Dr. Günther, Botanische Forschungsanstalt Gliesmarode.
- Graebke, Dr., Landwirtschaftskammer für das Land Lippe, Detmold, Langestr. 73.
- Graebner, Prof. Dr. Paul, Kustos am Botanischen Garten in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 6/8.
- Graebner, Dr. Paul, Assistent am Westfälischen Provinzial-Museum, Zoologischer Garten in Münster i. Westf.

- Gram, Prof. Dr. E., Direktor des Statens Plantepatologiske Forsøg in Lyngby, Sjølland (Danmark).
- Grißmann, Dr. Karl, Abteilungsvorsteher, Halle a. S., Ulestr. 17.
- Grisch, Dr. A., Adjunkt der Schweizerisch. landwirtschaftl. Versuchsstation in Oerlikon-Zürich.
- Grosser, Dr. W., Direktor, Breslau X, Matthiaspl. 1.
- Güldenpfennig, Stadtrat, Wernigerode a. Harz.
- Haehn, Dr. H., Institut für Gärungsgewerbe und Stärkefabrikation in Berlin N 65, Seestr. 13.
- Hahmann, Dr. Kurt, Hamburg 19, Tornquiststr. 24a.
- Hahne, Dr. J., Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen, Ackerbauabteilung, Halle a. S.
- Hähne, Dr. Hans, Sub-Estacao experimental de Citricultura do Instituto Agronomico in Limeira, Linha Paulista Est. S. Paulo (Brasilien).
- Hammerlund, Prof. Dr., Svalöf (Schweden).
- Hannig, Prof. Dr. E., Münster i. W., Melchersstr. 2.
- Harms, Prof. Dr., Berlin-Friedenau, Ringstr. 44.
- Hartmann, Direktor der Landwirtschaftlichen Schule in Jüterbog.
- Hase, Prof. Dr. Albrecht, Oberregierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Hase, Friedrich, Direktor, Halle a. S., Salzgrafenstr. 3.
- Haselbach, Werner, Rittergut Postelwitz, Kr. Öls (Oberschles.).
- Haselhoff, Prof. Dr. E., Landwirtschaftliche Versuchsstation in Harleshausen bei Cassel.
- Hassebrauk, Kurt, Apotheker, Braunschweig, Am Wendenwehr 25.
- Haupt, Prof. Dr. Hugo, Bautzen, Maettigstr. 35.
- Haupt, Landwirtschaftsrat, Direktor der Saatzuchtwirtschaft der Landwirtschaftskammer für die Provinz Ostpreußen in Hasenberg bei Tapiau (Ostpreußen).
- Hauptfleisch, Dr. Kurt, Wissenschaftl. Assistent an der Hauptstelle für Pflanzenschutz der Landwirtschaftskammer in Kiel, Gutenbergstr. 76.
- Hauser, Dr. I., Professor für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung d. Königl. ung. landw. Akademie in Debreczen-Pallag (Ungarn).
- Hayduck, Prof. Dr. F., Direktor des Instituts für Gärungsgewerbe in Berlin N 65, Seestr. 13.
- Hecke, Dr. Ludwig, Professor für Phytopathologie an der Hochschule für Bodenkultur in Wien XVIII, Hochschulstr. 17.
- Hecker, Dr. H., Berlin SW 61, Yorkstr. 58.
- Heckmanns, Franz, Dipl.-Landwirt, I. G. Farbenindustrie A.-G., Abt. Schädlingsbekämpfung in Leverkusen b. Köln a. Rh.

- Heerdt-Lingler, G. m. b. H., Frankfurt a. M., Steinweg 9.
Heilbronn, Prof. Dr. Alfred, Botanisches Institut, Münster in Westfalen.
Heinemann, C. F., Erfurt.
Heinze, Dr. rer. nat. Berthold, Abteilungsvorsteher an der Versuchstation f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz in Halle a. S., Hardenbergstr. 10.
Hendel, Dr. Helmut, Rittergutsbesitzer, Dom. Brotzen, Post Börnen (Kr. Rummelsburg i. Pomm.).
Henke, Fritz, Saatzuchtleiter, Petkus i. M.
Herberg, Dr., Direktor der Provinz.-Lehranstalt für Wein-, Obstbau und Landwirtschaft in Trier, Egbertstr. 18.
Herschler, Dr. A., Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berncastel-Cues.
Herzberg, Dr., Ökonomierat, Landwirtschaftliche Winterschule für die Provinz Sachsen in Neuahaldensleben (Prov. Sachsen).
Heuser, Prof. Dr., Direktor des Instituts für Pflanzenzüchtung in Landsberg a. W., Theaterstr. 25.
Heuser, Prof. Dr. O., Direktor des Instituts für Pflanzenbau an der Universität in Danzig, Sandgrube 21.
Heusler, Karl, Ökonomierat, Kreisackerbauschule in Kaiserslautern.
Hiesch, Dr. Paul, Landwirtschaftskammer in Hannover.
Hille, Dr., Bad Kissingen 1, Prinzregentenstr. 7.
Hilmer, Hermann, Oberlehrer, Kopenhagen (Dänemark), Teglgaardstr. 13.
Hinsberg, Otto, Chemische Fabrik, Nackenheim a. Rh.
Hinsen, Dr. Adolf, Mitinhaber der Chem. Werke H. Finzelberg, Andernach a. Rh.
Hochapfel, Dr., Hauptstelle für Pflanzenschutz bei der Landwirtschaftskammer Niederschlesien, Breslau 10, Matthiasplatz 5.
Hoffmann, Dr. Werner, Instituto Borges de Medeiros in Porto Alegre (Brasilien).
Hoffmann, Gerhard, Dipl.-Landwirt, Saccharin-Fabrik A.-G., Abt. Schädlingsbekämpfung in Magdeburg-Südost.
Hogetop, Dr. Karl, Dipl.-Landwirt, Escola de Engenharia, Porto Alegre (Brasilien).
Holdefleiß, Dr. P., Professor an der Universität Halle a. S., Hohenweg 31.
Honigmann, H. L., wissenschaftlicher Mitarbeiter der Saccharin-Fabrik A.-G. in Magdeburg-Südost.
Hoepfner, Dr. W., beeidigter Handels- und Nahrungsmittelchemiker, Hamburg, Plan 9.

- Höstermann, Dr. Gustav, Professor, Abteilungsvorsteher und Leiter der Pflanzenphysiologischen Versuchsstation der Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau in Berlin-Dahlem, Berlin-Steglitz, Schloßstr. 32a.
- Houben, Dr., Prof. für Chemie an der Universität, Ober-Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Hülseberg, Dr. Heinrich, Dipl.-Landwirt, Pflanzenschutzinspektor an der Versuchsstation für Pflanzenkrankheiten in Halle a. S., Magdeburger Str. 67.
- Hunger, Dr. F. W. T., Amsterdam, van Eeghenstraat 52.
- Hunnius, v., Dipl.-Landwirt, Landwirtschaftskammer, Ackerbau-Abt. in Berlin NW 40, Kronprinzenufer 4—6.
- Husfeld, B., Saatzuchtinspektor, Berlin-Friedenau, Lauterstr. 16.
- I. G. Farbenindustrie A.-G., Ludwigshafen a. Rh.
- Isecke, Dr. E., Landwirtschaftsrat Thür. Hauptlandwirtschaftskammer, Weimar, Hensstr. 18.
- Issatschenko, Prof. Dr. Boris, Hofrat, Direktor des Botanischen Gartens in Leningrad, USSR.
- Itersen, Dr. G. van, Professor an der Technischen Hochschule in Delft (Holland), Poortlandlaan 35.
- Iven, Dr. H., Botanisches Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule in Bonn-Poppelsdorf.
- Jahn, Dr. Eduard, Professor an der Forstlichen Hochschule in Hann.-Münden, Hindenburgpl. 7.
- Janchen, Dr. Erwin, Professor an der Universität, Regierungsrat, Vizedirektor des Botanischen Gartens und Instituts der Universität in Wien III, Rennweg 14.
- Jancke, Dr. O., Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Naumburg a. S.
- Janetzky, Oberamtmann, Dom. Waltdorf, Kr. Neiße (Oberschl.).
- Jaretsky, Dr. Robert, Assistent am Botanischen Institut der Universität in Kiel.
- Jensen, I. C. Bjerg, Kopenhagen, Gyldenløvesgade 4.
- Jørstad, Ivar, Botanisches Museum in Oslo (Norwegen).
- Kaczmarek, Dr. Alexander, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle Naumburg a. S.
- Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie, in Berlin-Dahlem, Boltzmannstr.

- Kameke, L. G. v., Thunow (Kr. Köslin).
Kamensky, K. W., Samenuntersuchungsanstalt des Botanischen Hauptgartens in Leningrad (USSR.), Pessotchnaja 2.
Kappert, Dr. Hans, Saatzuchtleiter der Fa. Gebr. Dippe A.-G. in Quedlinburg a. H., Neuer Weg 17.
Kartoffelbaugesellschaft e. V., Berlin SW 11, Bernburger Straße 15/16.
Kasasky, Christo, Dipl.-Landw., Leiter der Samenkontrollabteilung der landw. Versuchsstation Sofia (Bulgarien), Plostat Solem 2.
Kaserer, Dr. Hermann, Prof. für Pflanzenbau an der Hochschule für Bodenkultur, Wien, XVIII, Hochschulstr. 17.
Kaufer, Dr. A., Dipl.-Landwirt, Berlin W 30, Stübbenstr. 7 I.
Kaufmann, Elisabeth, Gartenbautechnikerin, Königsberg i. Pr. Adalbertstr. 25.
Kayser, Dr. Rudolf, wissenschaftlicher Assistent am Institut für angewandte Botanik in Hamburg 23, Konventstr. 2.
Keilholz, Georg, Landw. Assessor, Leiter der Beratungsstelle für Schädlingsbekämpfung der I. G. Farbenindustrie A.-G. in Stettin, Passauerstr. 1.
Keißler, Dr. Karl, Direktor des Naturhistor. Museums in Wien I, Burgsteg 7.
Kempski, Prof. Dr., Regierungsrat a. D., Landwirtschaftlicher Sachverständiger, Buenos Aires, Casilla Correo 214.
Keppner, Landwirtschaftsrat, Regensburg, Weißenburger Str. 2.
Kern, Prof. Dr. Hermann, Direktor der Station für Pflanzenschutz des Ministeriums für Landwirtschaft, Budapest II, Debró ut 17.
Kessler, Dr. B., Bonn, Bonnertalweg 143.
Kesseler, Ernst v., Dipl.-Landwirt, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 19.
Kießling, Dr. Ludwig, Geh. Reg.-Rat, Professor der Landwirtschaft an der Technischen Hochschule in München, Arcisstr. 21.
Kirschbaum, Adolf, Direktor der Saccharinfabrik A.-G., Magdeburg-Südost.
Kirsche, Dr. Bruno, Rittergut Trautzschen bei Pegau (Sachsen).
Klages, Prof. Dr. A., Berlin-Wilmersdorf, Kaiserallee 192.
Klapp, Dr. Ernst L., Professor an der Universität in Jena, Humboldtstraße 19.
Klebahn, Dr. H., Professor an der Universität, Institut für allgemeine Botanik, Hamburg 30, Curschmannstr. 27.
Kleespieß, Otto, Prokurist der Pflanzenschutz-G.m.b.H. in Schweinfurt am Main.
Klein, Max, Landsberg a. W., Böhmstr. 2a.

- Klinkowski, Dr. Maximilian, Dipl.-Landwirt, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Knischewsky, Dr. Olga, Wiesbaden, Rheinstr. 34.
- Knoche, Dr., Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Knoche-Wallwitz, August, Saatzucht-G. m. b. H., Hamersleben, Kr. Oschersleben.
- Knoll, Dr. Joseph, Landessaatzuchtanstalt in Hohenheim.
- Kochs, Dr. Julius, Berlin W 50, Achenbachstr. 12.
- Koenig, Dr. P., Direktor des Reichstabakforschungs-Instituts in Forchheim bei Karlsruhe (Baden).
- König, Dr. Friedrich, wissenschaftlicher Hilfsarbeiter am Institut für Melioration und Moorkultur in Landsberg a. W., Steinstraße 24 I.
- Koernicke, Dr. Max, Professor für Botanik und Direktor des Botanischen Instituts an der Landwirtschaftlichen Hochschule, Hon. Professor an der Universität, Bonn-Poppelsdorf.
- Köhler, Dr. Erich, Regierungsrat an der Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 19.
- Kolkwitz, Prof. Dr. Richard, Landesanstalt für Wasserhygiene, Berlin-Steglitz, Rothenburgstr. 30.
- Koltermann, Dr. Alwin, Dipl.-Landwirt, Landwirtschaftskammer für die Provinz Pommern, Abt. Pflanzenschutz, Stettin.
- Komitee für Chilesalpeter in Berlin-Charlottenburg 2, Uhlandstraße 188.
- Kondo, Prof. Dr. M., Direktor des Ohara-Instituts für landwirtschaftliche Forschung in Kurashiki (Japan).
- Konstanty, Dr. Ewald, Ober-Apotheker in Davos-Dorf D. K. K. Schweiz.
- Korff, Prof. Dr., Regierungsrat, Vorstand der Pflanzenschutzabteilung an der Bayerischen Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München, Wilhelmstr. 25.
- Koschukoff, Prof. S. A., Samenkontrollstation in Kiew (USSR) ul. Lenina 46.
- Kossel, Dr., Geh. Kommerzienrat, Marktredwitz, Bayern.
- Köstlin, Dr. Helmut, Breslau 16, Michaelisstr. 97.
- Kotte, Dr. Walter, Regierungsbotaniker am Badischen Weinbauinstitut, in Freiburg i. Br.
- Kotthoff, Dr. Peter, Abteilungsvorsteher an der Anstalt für Pflanzenschutz und Samenuntersuchung in Münster i. Westf., Norbertstraße 19.

- Kramer, Prof. Dr. O., Vorsteher der Württembergischen Versuchsanstalt in Weinsberg (Württemberg).
- Kramer, Dr., Leiter der Saatzuchtstelle und Geschäftsführer der Kolonialabteilung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, Berlin SW 11, Dessauer Str. 14.
- Krampe, Dr. O., Darmstadt, Holzhofallee 42.
- Kränzlin, Prof. Dr., Forschungsinstitut in Sorau N.-L.
- Krauß, Dr. Josef, Württembergische Landesanstalt für Pflanzenschutz in Hohenheim (Württemberg).
- Krebs, Fr., Geschäftsführer der Ragis-G. m. b. H., Berlin NW 7, Berlin-Südende, Lichterfelder Str. 8.
- Kreiswinterschule, Landwirtschaftliche, in Eppingen (Baden).
- Kretschmer, Dr. Gerhard, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Kreutz, Dr. Hanns, Konservator am Institut für Acker- und Pflanzenbau der Technischen Hochschule in München.
- Krische, Dr. P., Deutsches Kali-Syndikat G. m. b. H., Berlin SW 11, Dessauer Str. 28/29.
- Kroemer, Dr. K., Professor an der Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim a. Rh.
- Krüger, Prof. Dr. H. W., Vorstand der Landwirtschaftlichen Versuchstation in Bernburg (Anhalt).
- Krumbholz, Dr. Gottfried, Assistent an der Pflanzenphysiologischen Versuchsstation der Lehr- und Forschungsanstalt in Geisenheim a. Rh.
- Kükenthal, Dr. ing. Hans, Biologisches Institut der I. G. Farbenindustrie A.-G. in Leverkusen a. Rh.
- Kukutsch, Dr. Olga, Bibliothekarin der Landwirtschaftlichen Hochschule in Bonn-Poppelsdorf, Meckenheimer Allee 102.
- Kupka, Dr. Theodor, Vereinigung für chemische und metallurgische Produktion in Aussig a. Elbe.
- Kürsten, Dr. Rudolf, in Fa. Schimmel & Co., Miltitz bei Leipzig.
- Lakon, Dr. Georg, Prof. für Botanik an der Technischen Hochschule Stuttgart, Vorstand der Württ. Landesanstalt für Samenprüfung, Hohenheim bei Stuttgart.
- Lakowitz, Prof. Dr., Naturforschende Gesellschaft in Danzig, Frauengasse 26.
- Lamprecht, Dr. Herbert, Versuchsleiter, Alnar, Åkarp (Schweden). Landwirtschaftliche Winterschule in Villingen (Baden).
- Lang, Dr. Wilhelm, Vorstand der Württembergischen Landesanstalt für Pflanzenschutz, Hohenheim bei Stuttgart.
- Larionow, Prof. Dr. D., Agrik.-Institut für Pflanzenzucht und Samenkunde in Masloweki, Post Kosin b. Kiew (Ukraine, USSR.).

- Laske, Dr. Karl, Direktor der Hauptstelle für Pflanzenschutz bei der Landwirtschaftskammer Niederschlesien, Breslau 2, Gustav-Freytag-Str. 29 (persönlich). — Vertreter für Hauptstelle: Breslau X, Matthiasplatz 5.
- Laube, Dr. W., Saatzuchtdirektor, Petkus, Kr. Luckenwalde (Mark).
- Laubert, Dr. K., Regierungsrat an der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Berlin-Zehlendorf, Elfriedenstr. 5.
- Leach, Dr. I. G., Assistant Professor in Plant Pathology University of Minnesota, St. Paul (Minnesota) U. S. A.
- Lehmann, Dr. E., Professor für Botanik und Direktor des botanischen Instituts und Gartens der Universität Tübingen.
- Lehmann, Dr. Rudolf, Dipl.-Landwirt bei der I. G. Farbenindustrie A.-G. in Ürdingen (Niederrhein).
- Lek, van der, Dr. H. A. A., Wageningen (Holland), Zoomweg 10.
- Lembke, Dr. h. c. H., Saatzuchtwirtschaft Malchow auf Poel, Post Kirchdorf i. Meckl.
- Lemmermann, Dr. O., Professor für Agrikulturchemie und Bakteriologie an der Landwirtschaftlichen Hochschule, Oberleiter d. landw. Versuchsstat. d. Landwirtschaftskammer f. d. Prov. Brandenburg in Berlin-Dahlem, Lenzeallee.
- Lieber, Dr. R., Saatzuchtanstalt der Badischen Landwirtschaftskammer in Rastatt (Baden).
- The Library, Brooklyn Botanic Garden, 1000 Washington Avenue, Brooklyn, New York, U. S. A.
- Liehr, Dr. Oskar, Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Berlin-Friedenau, Wielandstr. 6.
- Lienau, H., Muhlendorf bei Wurow (Pommern).
- Liese, Dr. Johannes, Privatdozent an der Forstlichen Hochschule in Eberswalde, Weinberg 1.
- Lieske, Prof. Dr. Rudolf, Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohleforschung in Mühlheim a. d. Ruhr.
- Lindenbein, Dr. Werner, Bonn, Meckenheimer Allee 106.
- Lindfors, Dr. Th., Laborator in Experimentalfältet (Schweden).
- Lindner, Prof. Dr. Paul, Abteilungsvorsteher am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin-Charlottenburg, Sybelstr. 9.
- Longrée, Karla, Dipl.-Landwirt, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem.
- Lorbeer, Dr. G., Botanisches Institut in Freiburg i. Br.
- Lorch, Dr. Alexander, Priv.-Doz., Kartoffelkulturstation „Koronewo“ in Malachowka, Gouv. Moskau, USSR.
- Losch, Dr. Hermann, Botaniker an der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Limburgerhof, Post Mutterstadt II (Rheinpfalz).

- Löwtschin, Prof. Dr. A. M., Direktor des Instituts für Züchtungsforschung in Kiew (USSR.), 47 Lwowskaja
- Ludewig, Dr. Karl, Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Kiel, Kitzeberg 27, Post Heikendorf (Kieler Förde).
- Ludwig, Dr. Oskar, Göttingen, Friedländerweg 29.
- Ludwigs, Prof. Dr. Karl, Direktor der Hauptstelle für Pflanzenschutz der Landwirtschaftskammer für die Provinz Brandenburg in Berlin NW 40, Kronprinzenufer 4/6.
- Lüninck, Freiherr v., Vorsitzender der Landwirtschaftskammer in Bonn, Endenicher Allee 60.
- Lüstner, Prof. Dr. G., Vorsteher der Pflanzenpathologischen Versuchstation an der Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim a. Rh.
- Lutoshin, Dr. S. N., Agrikulturchem. Laboratorium des staatl. polytechnischen Museums in Moskau, USSR.
- Macleod, D. J., Pathologist in charge, Fredericton N. B. (Canada).
- Magnus, Dr. Werner, Professor an der Universität, Berlin W 35, Karlsbad 4a.
- Mahner, Artur, Fachrat der Deutschen Sektion des Landeskulturrates für Böhmen in Prag II, Wenzelsplatz 54.
- Maier-Bode, Landwirtsch. Assessor, Leiter der Abteilung für Schädlingsbekämpfung der I. G. Farbenindustrie A.-G., Berlin W. 15, Kurfürstendamm 179.
- Makkus, Dr., Bayerische Stickstoffwerke A.-G., Berlin NW 7, Schadowstr. 4—5.
- Markgraff, Dr. jur., Rittergutsbesitzer, München, Poschingerstr. 2.
- Martin, Adolf, Dipl.-Gartenbau-Inspektor, Leiter des Lehr- und Versuchsgartens in Ladenburg a. Neckar.
- Maschmeyer, Dr. Werner, Dipl.-Landwirt, Dessau, Albrechtstr. 115.
- Mathis, Dr. Paul, Ransdorf, Kr. Glogau, Post Wiesau (Schlesien).
- Mattern, Weinbaudirektor in Würzburg.
- Maurizio, Dr. A., Professor an der Technischen Hochschule in Warszawa (Polen), Akademicka 3.
- Mausberg, Dr. A., Staatsdomäne Salder (Braunschweig).
- Mayer-Krapoll, Dipl.-Landwirt, Köln-Deutz, Konstatinstr. 82.
- Meisner, Oberlandwirtschaftsrat, Karlsruhe i. B., Stephanienstr. 43.
- Mendelson, Dr., Direktor der Landwirtschaftskammer für die Provinz Brandenburg und für Berlin in Berlin NW 40, Kronprinzenufer 4/6.
- Merjanian, Dr. A. S., Landwirtschaftliches Institut in Krasnodar (USSR.), Krasnaja 39.

- Merkenschlager, Dr. Friedrich, Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Merl, Dr. Eduard, Regierungsrat, München, Destouchestr. 45.
- Merten, Landwirt, Präsident der Landwirtschaftskammer in Wiesbaden, Rheinstr. 92.
- Mertens, Prof. Dr. A., Magdeburg, Domplatz 5.
- Mes, M. G., Baarn (Holland), v. Wassenaerlaan 16.
- Mevius, Dr. Walter, Priv.-Dozent, Botanisches Institut in Münster i. Westf., Annenstr. 11.
- Meyer, Dr. Heinrich, Höchst a. M.-Sindlingen, am Wasserwerk.
- Meyer, Dr. Conrad, Institut für Pflanzenbau in Göttingen, Arndtstr. 16.
- Meyer, Ludwig, Chemische Fabrik in Mainz, Ingelheimerstr. 9.
- Meyer, Dr., Hamburg 19, Ottersbeckallee 13.
- Miehe, Dr., Professor für Botanik und Direktor des Instituts für Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin in Berlin-Lichterfelde, Stubenrauchstr. 10.
- Myoshi, Dr. Manabu, Professor für Botanik an der Universität in Tokio (Japan).
- Modrow, Eberhard, Stargard i. Pom., Großer Wall 18.
- Möbius, Dr. Martin, Geh. Regierungsrat, Professor für Botanik an der Universität, Frankfurt a. M., Viktoria-Allee 9.
- Moebius, Dr. Fritz, Kustos am Institut für angewandte Botanik in Hamburg 13, Bornstr. 16.
- Moeller, Friedrich, Dipl.-Landwirt, Deutsche Kartoffelkulturstation in Berlin SW 11, Bernburger Str. 14.
- Moenikes, Dr. phil. Adalbert, Köln a. Rh.-Deutz, Justinianstr. 8.
- Mohs, Prof. Dr., Institut für Müllerei in Berlin N 65, Seestr. 13.
- Möller, Ernst, Agrik.-Chemiker, Stuttgart, Ulrichstr. 19.
- Moltke, H. A. v., Botschaftsrat, Berlin NW 87, Levetzowstr. 18.
- Molz, Dr. E., Direktor-Stellvertreter der Versuchsstation für Pflanzenkrankheiten, Halle a. S., Bismarckstr. 13.
- Moog, Dr. Heinrich, Geisenheim a. Rh., Gartenstr. 17.
- Moritz, Dr. Alfons, Ministerialrat, Berlin-Lichterfelde-Ost, Bismarckstr. 17.
- Morstatt, Prof. Dr. Hermann, Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Müller, Prof. Dr. H. C., Direktor der Agrik.-chem. Kontrollstation der Landwirtschaftskammer, Halle a. S., Karlstr. 10.
- Müller, Prof. Dr. K. O., Direktor des Phytopathologischen Instituts in Angora (Türkei).

- Müller, Dr. Karl, Direktor des Badischen Weinbauinstituts in Freiburg i. Br., Kaiserstr. 46.
- Müller, Dr. Kurt Rudolf, Versuchsstation für Pflanzenkrankheiten in Halle a. S., Kronprinzenstr. 10.
- Müller, Helene, I. G. Farbenindustrie A.-G. in Oppau.
- Müller, Gerhard, Dipl.-Landwirt, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Müller-Wiener, Dr. phil., Saatzuchtleiter, Wernigerode (Harz).
- Münch, Dr. Ernst, Professor für Botanik, Vorsteher des Botanischen Instituts und des Forstlichen botanischen Gartens der Forstlichen Hochschule in Tharandt b. Dresden (Sa.).
- Münch, E., Dipl.-Landwirt in Schladen a. Harz.
- Münter, Dr. F., Agrik.-chem. Versuchsstation in Halle a. S., Hermannstr. 33.
- Munier, Dr., Landwirtschaftsrat in Metgethen (Ostpreußen).
- Muth, Prof. Dr. Franz, Direktor der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim a. Rh.
- Naumann, Prof. Dr. Arno, Hofrat, Studiendirektor a. D., Pillnitz a. d. Elbe.
- Naumow, Dr. N., Professor an der Universität, Landwirtschaftliches Institut in Leningrad (USSR.), Detskoe Selo.
- Neuberg, Prof. Dr. C., Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biochemie in Berlin-Dahlem, Thielallee 69/73.
- Nicolaisen, N., Gartenbauinspektor, Leiter des Versuchsfeldes für Gemüsebau der Landwirtschaftskammer in Calbe (Saale).
- Niemeyer, Dr. Ludwig, Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berncastel-Cues.
- Nieser, Dr. Otto, Institut für angewandte Botanik in Hamburg 26, Schulenbecksweg 4.
- Niethammer, Dr. Anneliese, Privat-Dozent an der Deutschen Technischen Hochschule in Prag II, Huvroci 5.
- Noack, Dr. Kurt, Professor für Botanik, Direktor des Botanischen Instituts der Universität in Erlangen.
- Noeldechen, Dr., Saatzuchtdirektor in Delitzsch bei Schwedt (Oder).
- Nordmann, O., Obst- und Gartenbauoberlehrer in Bad Kreuznach.
- Novak, Apotheker, Min.-Kons., Zbraslavice (Tschecho-Slov.).
- Oberstein, Dr. Otto, Landwirtschaftskammerrat, Breslau 16, Novastraße 13.
- Oehlkens, Dr. Friedrich, Professor für Botanik, Institut der Technischen Hochschule in Darmstadt, Eichbergstr. 7.

- Oelkers, Dr., Professor an der Forstlichen Hochschule, Hannov.-Münden.
- Oettingen, v., Forstmeister, Grünhof b. Stolzenburg (Bez. Stettin).
- Ohara, Dr. K., Professor an der Universität in Nagoya, Koto-Shogyo-Gakko (Japan).
- Ohlmer, Dr. phil. Waldemar, Berlin-Dahlem, Werderstr. 24.
- Opitz, Dr., Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule, Direktor des Instituts für Acker- und Pflanzenbau in Berlin-Dahlem, Albrecht-Thaer-Weg 3.
- Oppenheim, J. D., The Hebrew University, Institute of natural History of Palestine, Div. of Plantphysiology in Rehovoth (Palestine).
- Oppenheimer, Dr. Heinz, Pflanzenpathologe, Sichron Jakob bei Haifa (Palästina).
- Otterbeck, K., I. G. Farbenindustrie A.-G., Abteilung für Schädlingsbekämpfung in Leverkusen, Köln-Deutz, Karlstr. 17.
- Oven, v., Fabrikdirektor in München, Herzog-Heinrich-Str. 10.
- Pape, Dr. Heinrich, Regierungsrat an der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle Kiel, Kitzeberg bei Kiel, Post Heikendorf.
- Paul, Dr. Hermann, Regierungsrat an der Bayerischen Landesanstalt für Moorwirtschaft in München, Hedwigstr. 3.
- Paulmann, Dr. Richard, I. G. Farbenindustrie A.-G., Abteilung für Schädlingsbekämpfung in Leverkusen b. Köln a. Rh.
- Penning, Schriftleiter des Landwirtschaftlichen Wochenblattes für die Provinz Schleswig-Holstein, Landwirtschaftskammer in Kiel, Kronshagener Weg.
- Perlitius, Dr., Direktor der Landwirtschaftlichen Winterschule in Glatz.
- Peters, Dr. Leo, Regierungsrat i. R. in Aschersleben.
- Petersen, Miss Grace, A., Bailey Hall, Cornell University in Ithaca (New York), U. S. A.
- Pfaff, Dr. Kaspar, I. G. Farbenindustrie A.-G., Abteilung für Schädlingsbekämpfung in Höchst a. M., Hochmuhl 6.
- Pfältzer, A., Proefstation Djember (Java).
- Pfützer, Dr., Limburgerhof, Post Mutterstadt II (Pfalz).
- Pieper, Prof. Dr., Vorsteher der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Pillnitz a. E.
- Pilger, Dr. R., Professor an der Universität, Botanisches Museum in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str.
- Pischel, Dr. Erich, Botanisches Institut, Braunschweig, Humboldtstraße 1.

- Plaut, Dr. Menko, Saatzuchtleiter der Fa. Gebr. Dippe A.-G. in Quedlinburg a. H., Turnstr. 2.
- Polack, E., Assistentin am Hortus Botanicus in Amsterdam (Holl.), Plantage Midellson.
- Potthoff, Dr. H., Assistent an der Pflanzenphysiologischen Versuchstation der Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau in Berlin-Dahlem, Berlin-Steglitz, Horst-Kohl-Str. 6.
- Preußische Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft in Kiel, Prüne 48.
- Pringsheim, Dr. Ernst G., Professor an der Deutschen Universität, Pflanzenphysiologisches Institut in Prag II, Vinicna 3a.
- Puchner, Dr., Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Weihenstephan b. Freising.
- Quanjer, Prof. Dr. H. M., Administrateur der Landbouw-Hoogeschool in Wageningen (Holland).
- Rabanus, Dr. Adolf, I. G. Farbenindustrie A.-G. in Krefeld-Ürdingen (Niederrhein), Am Röttgen 30.
- Rabbas, Dr. Paul, I. G. Farbenindustrie A.-G. in Leverkusen bei Köln a. Rh.
- Rabbethge, Dr. Oskar, Klein-Wanzleben (Bez. Magdeburg).
- Rabe, E., Institut für angewandte Botanik in Hamburg 36, Bei den Kirchhöfen 14.
- Rabien, Dr. Herbert, Botanisches Institut in Braunschweig, Humboldtstr. 1.
- Rasch, Dr. Walter, Frankfurt a. M., Gärtnerweg 52.
- Rasmusson, Lorenz, Direktor för Norrköping stads Slakt & Frishus in Norrköping (Schweden).
- Rauch, K. v., Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg (Mark).
- Raum, Dr., Regierungsrat, Professor an der Landw. Hochschule in Weihenstephan b. Freising.
- Rawitscher, Dr. Felix, Professor für Botanik an der Universität in Freiburg i. Br., Maximilianstr. 11.
- Redlich, Kurt, Administrator in Schloß Bedra b. Roßbach-Weißenfels.
- Regel, Dr. Konstantin, Professor für Botanik, Direktor des Botanischen Instituts der Universität in Kowno (Litauen).
- Reichsversuchsstation für Samenkontrolle in Wageningen (Holland).
- Reiling, Dr. H., Mittelstendorf b. Soltau (Hannover).
- Reinau, Dr. Erich, Berlin-Lichterfelde-Ost, Heinersdorfer Str. 26.

- Reinmuth, Ernst, Saatzuchtinspektor in Rostock, Ulmenstr. 21a.
Reinsch, Mitinhaber der Fa. Hellmann & Co., Rittergut Warchau
b. Großwusterwitz (Bez. Magdeburg).
Reis, Dr. Julian, Heidelberg, Erwin Rödestr. 11.
Renner, Dr. Otto, Professor für Botanik, Direktor des Botanischen
Instituts der Universität Jena.
Retzmann, Wilhelm, Direktor der Fa. Heine & Co., A.-G. in Leipzig.
Richter, Dr. Harald, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forst-
wirtschaft in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
Riebesel, Saatzuchtleiter in Salzünde b. Halle.
Riede, Dr. Wilhelm, Priv.-Dozent an der Landwirtschaftl. Hochschule
in Bonn-Poppelsdorf, Meckenheimer Allee 106.
Riedel, Dr. Friedrich, Essen a. R., Ernastr. 5.
Riehm, Dr. Eduard, Ober-Regierungsrat und Mitglied der Biologischen
Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem,
Berlin-Steglitz, Rothenburgstr. 37.
Rippel, Dr. August, Professor an der Universität, Direktor des In-
stituts für landwirtschaftl. Bakteriologie in Göttingen, Münch-
hausenstr. 14.
Ritter, Dr. G., Oberlehrer in Bremen, Bergstr. 33.
Roemer, Dr., Professor für Landwirtschaft, Direktor des Instituts
für Acker- und Pflanzenbau in Halle a. S., Ludwig Wucherer-
straße 2.
Roesler, Hans, Dipl.-Landwirtsch. Ingenieur im Komitee für Chile-
salpeter in Berlin-Charlottenburg, Neue Kantstr. 19.
Rohweder, Max, Saatzuchtleiter in Garbenheim b. Wetzlar.
Roodenburg, Dr. I. W. M., Wageningen (Holland), Lawieksche
Allee 15.
Rosenberg, v., Güterdirektor in Dambrau, Kr. Falkenberg (Ob.-Schl.).
Rößler, Prof. Dr. H., Direktor der Hessischen landw. Versuchsstation
in Darmstadt, Rheinstr. 91.
Rothe, Dr. G., Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land-
und Forstwirtschaft in Stade, Harsefelder Str. 57a.
Rother, Dr. Gustav, Landwirtschaftsrat, Leiter der Deutschen Kar-
toffel-Kulturstation, Berlin-Reinickendorf-West, Berliner
Straße 11.
Rudorf, Dr. W., Dipl.-Landwirt, Priv.-Dozent, Direktor del Instituto
fitotechnico de la Universidad de la Plata, Santa Catalina
Argentinien.
Ruhland, Abteilungsvorsteher der Deutschen Landwirtschaftsgesell-
schaft in Berlin SW 11, Dessauer Str. 14.
Rümker, Prof. Dr. K. v., Geh. Regierungsrat, Emersleben (Kr.
Halberstadt).

- Ruschmann, Dr. G., Leiter der Abteilung für landwirtsch. Gärungen am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin N 65, Seestr. 13.
- Ruß, Karl, Landwirtsch.-Inspektor an der Landwirtschaftlichen Kreis-Winterschule in Schopfheim (Baden).
- Sabalitschka, Dr. Theodor, Priv.-Dozent an der Universität, Berlin-Steglitz, Elisenstr. 7.
- Sachse, Dr. Karl, Direktor der Landwirtschaftlichen Schule, Treptow a. d. Rega (Pom.).
- Sardiña, Don Rodriguez, Madrid, Sta. Engracia 93, 1^o ext. izda.
- Sartorius, Dr. Otto, Weingutsbesitzer in Mußbach (Pfalz).
- Schacht, F., Chemische Fabrik in Braunschweig.
- Schaffnit, Dr. Ernst, Professor an der Landwirtschaftl. Hochschule, Direktor des Instituts für Pflanzenkrankheiten in Bonn-Poppelsdorf, Nußallee 9.
- Schander, Prof. Dr. R., Direktor des Instituts für Pflanzenkrankh. d. Staatl. Landwirtschaftlichen Versuchs- und Forschungsanstalt in Landsberg a. W., Theaterstr. 8.
- Scharrer, Dr. Karl, Agrikultur-chemisches Institut in Weihestephan bei Freising.
- Scheibe, Dr. Arnold, Dipl.-Landwirt, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 19.
- Scheliha, Margarete v., Dipl.-Landwirt, Saatzuchtinspektor am Forschungsinstitut in Sorau (N.-L.).
- Schikorra, Dr. W., Saatzuchtleiter, Schneidemühl, Albrechtstr. 119.
- Schilder, Dr. Franz, Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Naumburg a. S.
- Schilling, Dr. Ernst, Forschungsinstitut des Verbandes deutscher Seidenindustrieller in Sorau (N.-L.).
- Schloesser, Jacob, Rittergutsbesitzer, Burgdorf-Buschbell bei Köln a. Rh.
- Schlumberger, Dr. Otto, Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Berlin-Wilmersdorf, Laubacher Str. 41.
- Schmidt, Dr. R., Elberfeld, Siegesallee 11.
- Schmidt, Dr. Eberhard, Saatzuchtleiter, Streckenthin, Post Thunow (Pommern).
- Schmidt, Dr. E. W., Klein-Wanzleben (Bez. Magdeburg).
- Schmidt, Dr. Otto, Geschäftsführer der Anstalt für Pflanzenbau der Landwirtschaftskammer in Stettin, Birkenallee 34.
- Schmitthenner, Dr., Seitz-Werke in Bad Kreuznach a. Rh., Planigerstraße.

- Schneider, Dr. Erich, Botanisches Institut der Universität in Breslau 9, Göppertstr. 6—8.
- Schneider, Dr. Fritz, Zuckerfabrik in Klein-Wanzleben (Bez. Magdeburg).
- Schneider, Dr. Georg, Oberregierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Berlin-Zehlendorf, Thielallee 113.
- Schneider, Hermann, Rittergutspächter, Eckersdorf b. Namslau (Ober-Schlesien).
- Schneider, Dr. Ph., Bonn a. Rhein, Blücherstr. 21.
- Schroeder, Dr. H., Professor für Botanik und Direktor des Botanischen Instituts der Landwirtschaftl. Hochschule in Hohenheim bei Stuttgart.
- Schropp, Dr., Landwirtschaftsassessor am Agrikultur-chemischen Institut der Bayer. Hochschule für Landwirtschaft und Brauerei in Weihenstephan bei Freising.
- Schuhmacher, Dr. W., Bünde i. Westf., Bahnhofplatz.
- Schultz, Hugo, Direktor, Dresden A 16, Silbermannstr. 18.
- Schulze, Dr. W., Landwirtschaftskammer, Abteilung für Acker- und Pflanzenbau in Rostock.
- Schulze, R. W., Saatzuchtleiter, Dominium Bürs, Post Arneburg.
- Schuster, Ludwig, Oberregierungsrat im Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft Berlin, Berlin-Südende, Hermannstraße 15.
- Schwabe, Dr. Willmar, Homöopathische Zentralapotheke in Leipzig, Querstr. 5.
- Schwartz, Dr. M., Oberregierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Berlin-Steglitz, Albrechtstr. 38.
- Schwartz, Dr., Regierungsbotaniker an der Botanischen Abteilung der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Augustenberg, Post Grötzingen (Baden).
- Schwartz, Dr. Günther, Pillnitz a. E.
- Schwede, Dr. Rudolf, Professor für Botanik an der Technischen Hochschule in Dresden-A. 24, Gutzkowstr. 28.
- Science Museum, Board of Education in London SW 7, South Kensington.
- Scipio, Wilhelm, Großgrundbesitzer in Mannheim N. 5/6.
- Sebelin, Dr. Christian, Hauptstelle für Pflanzenschutz in Hamburg, Bei den Kirchhöfen 14.
- Seeliger, Dr. Rudolf, Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle in Naumburg a. S., Sedanstr. 37.

- Seliber, Dr. G., Wissenschaftliches Institut Lesshaft in Leningrad (USSR.), Prospekt Maklina 32.
- Senf, Dr., Saatzuchtleiter, Ebstorf (Kr. Ülzen).
- Sessous, Dr. George, Professor für Landwirtschaft, Direktor des Instituts für Acker- und Pflanzenbau an der Universität Gießen.
- Seufferheld, C., Weingutsbesitzer, Rittergut Grünhaus a. d. Ruwer bei Trier.
- Sieber, Dr. F. W., Stuttgart, Waldeckstr. 8.
- Sieden, Dr. Fritz, Direktor der landwirtschaftlichen Versuchsstation der Landwirtschaftskammer für die Provinz Schleswig-Holstein in Kiel, Gutenbergstr. 76.
- Sierp, Dr. Hermann, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens Köln a. Rh., Köln-Zollstock, Vorgebirgsstraße 51.
- Sigl, Oberinspektor, Kreisgut Wöllershof, Post Neustadt (Oberpf.).
- Simon, Dr. Siegfried Veit, Professor an der Universität in Bonn am Rhein, Poppelsdorfer Schloß.
- Simon, Prof. Dr. Joseph, Dresden, Wintergartenstr. 19.
- Sinz, Dr. E., Landwirtschaftliche Schule in Ragnitz (Ostpreußen).
- Slogteren, Prof. Dr. E. van, Direktor des Instituts für Blumenzwiebeluntersuchungen in Lisse (Holland).
- Smalakies, Dr., Deutsches Kalisyndikat G.m.b.H., Agrikulturabteilung in Berlin SW 11, Dessauer Str. 28/29.
- Snell, Dr. Karl, Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Berlin-Steglitz, Florastr. 6.
- Sonder, Dr. Chr., Apothekenbesitzer in Bad Oldesloe (Holstein).
- Späth, Dr. Helmut, Berlin-Baumschulenweg, Späthstr. 1.
- Sperling, Dr. Ernst, Sinsleben a. H., Post Ermsleben.
- Speyer, Dr. W., Regierungsrat an der Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Stade.
- Spieckermann, Prof. Dr. Albert, Direktor der Anstalt für Pflanzenschutz und Samenuntersuchung der Landwirtschaftskammer in Münster i. W., Wilhelmstr. 1.
- Staar, Dr. G., Institut für Pflanzenkrankheiten in Landsberg a. W., Theaterstr. 25.
- Stapp, Dr. Karl, Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Berlin-Steglitz, Belfortstr. 31a.
- Stade, Gertrud, Landwirtschaftliche Versuchsstation der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Lübeck, Mengstr. 4.
- Staudermann, Dr. W., Frankfurt a. M., Schubertstr. 20.
- Stein, Walter, Dipl.-Landwirt, Breslau II, Herdainstr. 32.

- Steindorff, Dr. Adolf, I. G. Farbenindustrie A.-G. in Höchst a. M.,
Blücherallee 4.
- Stewart, Dewey, Botany Department of Colorado Agricultural College
in Fort Collins (Colorado), U. S. A.
- Steyer, Prof. Dr., Leiter der Landwirtschaftlichen Versuchsstation der
Hauptstelle für Pflanzenschutz in Lübeck, Mengstr. 4.
- Störmer, Dr. Kurt, Stettin, Roonstr. 25.
- Stolze, Dr., Heinrichau (Bez. Breslau), Kr. Münsterberg.
- Straib, Dr., Braunschweig, Humboldtstr. 8.
- Streil, Ministerialdirektor im Reichsministerium für Ernährung und
Landwirtschaft in Berlin W, Wilhelmstr. 72.
- Strube, Fr., G. m. b. H., Schlanstedt (Kr. Oschersleben).
- Szabo, Dr. phil. Zoltan, Professor für landwirtschaftliche Botanik an
der volkswirtschaftl. Universität in Budapest VIII, Eszterhazy-ut 3.
- Tamm, Dr. Ernst, Priv.-Dozent, Berlin-Friedenau, Lauterstr. 16.
- Thiem, Dr. H., Regierungsrat, Naumburg a. S., Hindenburgstraße.
- Thoenes, Dr. Hans, Dipl.-Landwirt in Bönnshausen, Post Langen-
stein a. Harz (Kr. Halberstadt).
- Thoms, Prof. Dr. H., Geh. Regierungsrat, Berlin-Steglitz, Hohen-
zollernstr. 6.
- Thorun, Dr., Landwirtschaftsrat, Ackerbau-Abteilung der Landwirt-
schaftskammer in Königsberg i. Pr., Steinstr. 3.
- Thost, Dr. Robert, Berlin-Lichterfelde, Wilhelmstr. 27.
- Tiegs, Prof. Dr. Ernst, Wissenschaftliches Mitglied der Preußischen
Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin-
Dahlem, Unter den Eichen 74.
- Tippelskirch, Egloff v., Major a. D., Dipl.-Landwirt in Görsdorf
b. Dahme (Mark).
- Tismer, Dr. Johannes, Direktor der Landwirtschaftlichen Schule in
Hameln, Sedanstraße.
- Tobler, Dr. Friedrich, Professor an der Sächs. Technischen Hoch-
schule, Direktor des Botanischen Instituts und Gartens in
Dresden A. 16, Stübelallee 2.
- Tomzig, Oberlandwirtschaftsrat, Direktor der Ackerbau- und Saatzucht-
abteilung der Landwirtschaftskammer für die Provinz Ostpreußen
in Königsberg i. Pr., Beethovenstr. 24/26.
- Tornau, Dr. O., Professor an der Universität, Direktor des Instituts
für Pflanzenbau und Pflanzenzucht in Göttingen, Nikolausberger
Weg 7.
- Trappmann, Dr. Walther, Regierungsrat und Mitglied der Biologi-
schen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-
Dahlem, Berlin-Steglitz, Friedrichsruher Platz 4.

- Trog, Walter, Dipl.-Landwirt und Rittergutsbesitzer, Saatzuchtwirtschaft Klein-Räudchen (Kr. Guhrau i. Schles.).
- Tubeuf, Dr. Carl Freiherr v., Geh. Regierungsrat, Professor an der Universität in München, Habsburger Str. 1.
- Tuteff, Iwan, Dipl.-Landwirt, Assistent an der staatlichen landwirtschaftlichen Versuchsstation in Sadowo (Bulgarien), Berlin-Charlottenburg, Windscheidstr. 25.
- Uspenski, Eugen, Professor in Moskau, Timiriazeff-Forschungsinstitut, Moskau (USSR.), Pjatnikkaja 48.
- Verstl, Richard, Major a. D., Schlanstedt, Kr. Oschersleben (Prov. Sachsen).
- Vloten, Ir. H. van, Wageningen (Holland), Belmontelaan 5.
- Vogel, Dr. Fr., Abteilungsvorsteher an der höheren Staatslehranstalt für Gartenbau Weißenstephan bei Freising.
- Vogelsang, v., Rittergut Hovedissen, Post Leopoldshöhe (Lippe).
- Vogt, Dr. Ernst, Weinbau-Institut in Freiburg i. Br., Kaiserstr. 18.
- Voigtländer, Obergartenmeister der Forstl. Hochschule in Tharandt bei Dresden.
- Volk, Dr. A., Bonn-Poppelsdorf, Nußallee 9.
- Volkart, Dr., Professor an der Technischen Hochschule, Vorlesung für Pflanzenbau in Oerlikon-Zürich.
- Vornewald, H., Apotheker, Bielefeld, Waldeckstr. 9.
- Voss, Dr. John, Dipl.-Landwirt, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem.
- Vowinkel, Dr. Otto, Dipl.-Landwirt, Gerswalde (Uckermark).
- Warburg, Prof. Dr. Otto, Berlin W, Uhlandstr. 175.
- Wartenberg, Dr., Assistent an der Biologischen Reichsanstalt für Land- u. Forstwirtschaft, Zweigstelle Stade, Harsefelder Str. 57.
- Wasicky, Prof. Dr. R., Wien IX, Währingerstr. 13a.
- Weber, Prof. Dr. A., Bremen, Friedrich-Wilhelm-Str. 24.
- Weck, Dr. R., Saatzuchtleiter, Rittergut Hovedissen b. Leopoldshöhe (Lippe).
- Wehmer, Dr. C., Professor für technische Bakteriologie und Botanik, Vorstand des Bakteriolog.-Chem. Laboratoriums an der Technischen Hochschule in Hannover, Alleestr. 35.
- Weißbecker, Max, Verwaltungsamtmann der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Weisse, Prof. Dr. Arthur, Studienrat a. D., Berlin-Steglitz, Sachsenwaldstr. 30.

- Weißflog, Dr. Johannes, Ludwigshafen (Rheinland), Kaiser-Wilhelm-Str. 5.
- Went, Dr. F. A., Professor für Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in Utrecht (Holland), Lange Nieuwstraat 106.
- Werneck, Dr. H. L., Ingenieur an der landwirtschaftl.-chem. Versuchsanstalt in Linz a. D. (Ob.-Österreich), Promenade 37.
- Werth, Prof. Dr. Emil, Oberregierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Weselowsky, I. A., Assistent der genetischen Abteilung des USSR-Instituts für angewandte Botanik in Kikerino, Gouvernement Leningrad, Baltische Eisenbahn „Kalitino“.
- Westcott, Cynthia, Bailey Hall, Cornell University in Ithaca (New York), U. S. A.
- Westermeyer, Dr. K., Saatzuchtleiter in Friedrichswerth (Thür.).
- Whetzel, Dr. H., Professor für Phytopathologie in Ithaca (New York), Cornell University.
- Wick, Dr. Hans, Dipl.-Landwirt, Wiss. Hilfsarbeiter der Saatzuchtstelle der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, Berlin SW 11, Dessauer Str. 14.
- Wieler, Dr. Arnold, Professor für Botanik an der Technischen Hochschule in Aachen, Nizzaallee 71.
- Wiese, Dr. v., Knehden, Post Templin (Uckermark).
- Wille, Dr., Sieders (Schweiz).
- Windisch, Prof. Dr., Institut für Gärungsgewerbe in Berlin N 65, Seestr. 13, Berlin-Niederschönhausen, Lindenstr. 35.
- Wingenroth, A., Chemische Fabrik, Mannheim. Käfertalerstr. 224.
- Winkelmann, Dr. August, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
- Wolf, Dr. C. v., Berlin-Halensee, Nestorstr. 14.
- Wollenweber, Dr. W., Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Berlin-Zehlendorf, Alsenstr. 124.
- Wullstein, Direktor der Saccharinfabrik A.-G. in Magdeburg-Südost.
- Zade, Dr. A., Professor für Landwirtschaft und Direktor des Instituts für Acker- und Pflanzenbau an der Universität Leipzig, Philipp-Rosenthal-Str. 25.
- Zander, Ernst, Zivilingenieur, Berlin-Schöneberg, Martin-Luther-Str. 27.
- Zibine, Sophie, Dozent der Phytopathologie an der Universität in Nishnij-Nowgorod (USSR.), Botanisches Kabinett.

- Ziegler, Dr. Otto, Landwirtschaftsassessor an der Landessaatzuchtanstalt in Weißenstephan bei Freising.
- Ziegler, Dr. A., Bayer. Hauptstelle für Rebenzüchtung in Würzburg, Schönbornstr. 6.
- Zillig, Dr. phil. Hermann, Regierungsrat, Leiter der Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berncastel-Cues a. d. Mosel.
- Zimmermann, Dr. H., Landes-Ökonomierat. Leiter der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Rostock (Meckl.), Graf-Lippe-Str. 1.
- Zimmermann, Prof. Dr. Albrecht, Geh. Oberregierungsrat, Berlin-Zehlendorf, Am Heidehof 24.
- Zitzewitz, Achim von, Rittergut Muttrin, Kr. Stolp (Pommern).
- Zschokke, Prof. Dr. A., Neustadt a. H., Maximilianstr. 1.
- Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berncastel-Cues.
-

Sachregister

- Actinomyces chromogenes 317
 Agrikulturchemie 458
 Alkalikranke Arten 288
 Allium-Arten 26
 Apfelblattsauger 566
 Araucaria-Holz 92
 Arrowroot 564
 Arzneipflanzenanbau i. Ostpr. 584
 Aspergillus glaucus 118
 — niger (Kalk) 290
 Azotobacter chroococcum (Kalkbedürftigkeit) 297

 Bakteriologische Literatur 73
 Baumwollöl 570
 Beerenobst-Krankheiten 593
 Begrannung (Hafersorten) 396
 Behaarung (Hafersorten) 356, 366, 388
 Bekämpfung der Fußkrankheit 22
 Beleuchtung, künstliche 25
 Bibliographia genetica 191
 Biochemie des Jods 61
 Biokatalyse 285
 Blattfarbe von Hafersorten 365
 Blüte (Organisation u. Gestalt) 347
 Blumenrohr 564
 Bodenanalysen 326
 Bodenreaktion (Vegetationsversuche) 531
 Bodentemperatur (Vegetationsversuche) 489, 533
 Botanik, Grundzüge der 460
 Botanische Ausflüge d. d. Mark Brandenburg 460
 Botrytis cinerea 119
 Brandenburg, Botanische Ausflüge d. d. Mark 460
 Buchenholz 100
 Bulgarien (Weizenbau) 439

 Calonectria graminicola 119
 Canna 564
 Cedrus-Holz 92
 Chayote 564
 Chemie des Jods 61
 Chemische Literatur 74
 Chinolin 250

 Chinosol geg. schädli. Pilze 116
 Cytromyces (Kalk) 294
 Cladosporium 2
 Coccoineae 348
 Colocaria antiquorum 564
 Coniophora cerebella 119
 Cryptomeria japonica-Holz 85
 Curcuma 564

 Dioscorea 564
 Diphenylamin 251 ff.
 Düngungsarten 512, 540
 Dunkelkultur 128
 Durstproben 137

 Eibenholz 100, 107
 Eiweiß-Chemie (Literatur) 73
 Elymus-Arten 274
 Erbeigenschaften 342
 Erbsen 5, 6, 45
 Erdnußöl 570
 Eriogonum compositum 567
 v. Euler-Chelpin 591

 Färbung zur Sichtbarmachung von Strukturveränderungen 77
 Feldfrüchte 192
 Feldversuch in der Praxis 345
 Fichtelgebirgshafer 127
 Fichtenholz 79, 81
 Flachs 46
 Forst-Meteorologie 59
 Fusarium-Arten 2, 3
 — lini u. nivale 119
 Fußkrankheit 1

 Gartensalat 268
 Garten u. seine Jahreszeiten 567
 Gefäße, Vegetationsversuche 461, 545
 Gelbhafer 127, 353 ff.
 Gelbrost 583
 Genetik 456
 Gerste 138, 268, 274
 — (Fußkrankheit) 1
 — (Kalkbedürftigkeit) 307
 Gersten-Sorten 40

Gesellschaft zur Förderung Deutscher
Pflanzenzucht 582
Gestalt der Blüte 347
Getreidearten (Kalkbedürftigkeit) 306
Getreidebau im Salzsachtal 344
Getreiderostpilze 584
Getreidesorten-Zucht 58
Gewicht v. Vegetationsversuchs-Gefäßen
529
Gibberella Saubinetii 119
Gloeosporium fructigenum 119
Glukokinin 457
Goldkornhafer 354 ff.
Graphium ulmi 119
Gräser (Zucht) 58
Grundzüge der Botanik 460
Gummi 344
Guttationsphysiologie 155

Hackfrüchte (Zucht) 58
Hafer 6, 11, 127
— (Kalkbedürftigkeit) 307
Hafersorten 349
Harze, natürliche 62
Hecken 456
Helminthosporium 117
— gramineum 120
Herbariummappe 193
Hibiscus Canabinus 569
Histochemie 194
Holz (Strukturveränderungen) 77
Hölzer 344
Hordeum-Arten 279
— sativum 274
Hülsenfrüchte (Zucht) 58
Hungerproben 136, 173
Hutpilze Kanadas 193

Jahreszeiten im Garten 567
Immunität d. Rebe 563
Infektionsversuche mit Helmintho-
sporium 120
Ipomoea batatas 564

Kalkbedürftigkeit 285, 297, 306
Kalkfeindlichkeit 285, 289
Karotten 36, 46
Kartoffeln 6
— (Kalkbedürftigkeit) 307
Kartoffelkrankheiten 246
Kartoffelsorten 60, 459
— krebssichere 61
Keimförderung durch Rhodannatrium
54
Keimversuche 138
Kenaphsamen-Öl 569
Kiefernholz 80, 95, 109
Klee 6
Kleearten-Zucht 58

Klee (Knöllchenbakterien) 199
Klima d. bodennahen Luftschicht 58
— (Vegetationsversuche) 484
— u. Winterweizen 583, 592
Knöllchenbakterienkulturen 197
Knöllchensucht 246
Kompositen (Magnesiumempfindlichkeit)
269
Kokospalme 348
Kopra 348
Korbweidenbau 458
Körnerzahl in Haferähren 398
Kornfarbe von Hafersorten 380
Kornform von Hafersorten 382
Krankheiten des Obstes 593
Krebssichere Kartoffelsorten 61
Kunstseide 344
Kupstengelände 589

Landwirtschaftliche Literatur 69
Lärchenholz 79
Lebermoose 563
Leinsorten-Versuche 346
Leguminosen-Knöllchenbakterien 197
Leptosphaeria herpotrichoides 2
Lichtkultur 128
Linum usitatissimum 191
Literatur über Getreidesorten 416
— — über Kalkempfindlichkeit u. a.
329
— — Kartoffelkrankheiten 258
— — Leguminosenknöllchen 244
— — Vegetationsversuche 550
— — Weizen 454
— -Verzeichnis v. O. Loew 68
— zur Physiologie des Menschen 72
v. Lochows Gelbhafer 127
Löwenzahn 268
Luftschicht, Klima d. bodennahen 58
Lufttemperatur (Vegetationsversuche)
487, 533
Lupinen-Zucht 58
Lupinus-Arten (Knöllchenbakterien) 199,
207 ff.
— luteus 268, 286

Mais 268, 564
Maiswurzel (Resistenz gegen Magnesium-
salze) 268
Magnesiumsalze (Maiswurzel) 268
Mangelkulturen 173
Manihot utilisima 564
Maranta arundinacea 564
Maubebekämpfung b. Reben 333
Menschen, Literatur zur Physiologie
des 72
Mikroskopie 195
Mitgliederverzeichnis 195, 568
— (Gesamtverzeichnis) 597

- Morphologie der Hafersorten 349
Mucor racemosus 118
 Mushrooms 193
 Mutationen 584

Nicotiana 191
Nicotin 251 ff.
 Nutzpflanzen, tropische u. subtropische 564

 Öl aus Samen 569
 Ölfrüchte (Zucht) 58
 Ölpalme 348
 Ölpflanzen 593
Ophiobolus herpotrichus 2
 Organisation d. Blüte 347
Ornithopus sativus (Knöllchenbakterien) 199, 229, 240
 Ortstein 589

 Palmöl 348
 Palmwein 348
 Papierfasern 344
Peluschke (Knöllchenbakterien) 199, 223, 233
Penicillium glaucum 118
 Personalmeldungen siehe IV
 Pfeilwurz 564
 Pflanzenbaulehre 345
 Pflanzenbau u. -züchtung 584
 Pflanzenblut 457
 Pflanzengummi 344
 Pflanzenpassage (Knöllchenbakterien) 199, 221
 Pflanzenpathologische Arbeiten 341
 Pflanzenphysiologische Literatur 69
 Pflanzenschleime 344
 Pflanzenstoffe 343, 595
 Pflanzenwelt d. deutsch. Heimat 458
 Pflanzenzucht 58, 342
 Phaenologie 135
 Phoma betae 117
 Phylogenetischer Zusammenhang von Gersten-Formen 274
 Physiologie der Keimung 138
 Pilze (Kalkfeindlichkeit) 289
 —, schädliche 116
 Pinetum auf Küstendünen 589
 Pinus-Holz 80, 95, 109
Pisum arvense (Knöllchenbakterien) 199, 223, 233
 Podsol 589
 Pollenanalytische Untersuchungen 59
Polystichus versicolor 119
Pseudomonas tumefaciens 333
Psylla mali 566
 Pyridin 250 ff.

 Raps 6
 Reaktionsempfindlichkeit 285, 306

 Reben, Immunitätszüchtung 563
 — (Maukebekämpfung) 333
 Reis 564
 Research studies of the State College of Washington 567
Rhodannatrium (Keimförderung) 54
Rizinus communis 191
 Robinienholz 100
 Roggen 138
 — (Fußkrankheit) 1
 — (Kalkbedürftigkeit) 307
 Roggenhalmbrecher 3
 Rostinfektionsversuche 583
 Rüben 6
 Rübsen 6

 Saattiefe 133
 Sagopalme 564
 Salzachtal (Getreidebau) 344
 Samenprüfung im Winter 25
 Sanddünenvegetation 586
 Saugkraftbestimmungen 182
 Säureempfindlichkeit 288
 Schalenobst-Krankheiten 593
 Schwarzbrache 5, 6
 Schwarzhäfer 354 ff.
 Schweiz, Vegetation d. 192
Sclerotinia Libertiana 119
Sedum edule 564
Seradella (Knöllchenbakterien) 199, 229, 240
 Sesamöl 570
 Sichtbarmachung v. Strukturveränderungen 77
 Silberhäfer 354 ff.
 Silberzwiebeln 42
 Soja hispida (Knöllchenbakterien) 199, 207 ff.
 Sommergetreide (Vegetationsversuche) 481
 Sommerweizen 557
 Sonnenblume 268
Sorghum vulgare 564
 Sortenechtheitsprüfung im Winter 25
 Speisewiebeln 26, 44
 Spinat 46
Spirochaeta cytophaga 317
 Standortsverhältnisse 461
 Stimulantien 287
 Stroh-Untersuchungen (Fußkrankheit) 6
 Strukturveränderungen am Holz 77
 Sukkulantenforschung 593
 Systematik der Hafersorten 349

 Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik 579
 Tannenholz 79 ff.
 Taro 564
 Taxus-Holz 100, 107

- Temperatur und Zuckerrübenkeimung 112
Textilien 344
Thaer, Albrecht 457
Tierphysiologische Literatur 71
Tierstoffe 343
Tilletia 124
— tritici 117
Toadstools 193
Tokokinine 457
Transpiration 564
Transpirationsphysiologie 179
Trifolium-Arten (Knöllchenbakterien) 199
Triticum-Arten 439 ff., 553 ff.
Trockensubstanzgehalt 522

Urania 250 ff.
Urwald, Kampf mit dem 596

Vegetation der Schweiz 192
Vegetationsversuche in Gefäßen 461
Vereinigung für angewandte Botanik (Tagung) 579
Vicia sativa (Knöllchenbakterien) 199
Vielzeilige Gerste 274
Vitis vinifera 563
Vorfrucht (Einfluß auf Fußkrankheit) 5

Wachstum (Vegetationsversuche) 506 ff.
Waldstreifen 456
Wanderdünenbefestigung 586

Wasserkulturen 157
Wasserverbrauch (Vegetationsversuche) 498, 534
Wasserverhältnisse 461
Wechselweizen 553
Weidenholz 99
Weißhafer 128, 353 ff.
Weizen 128
— (Fußkrankheit) 1
— in Bulgarien 439
— (Kalkbedürftigkeit) 307
— (Keimförderung) 54
— -Sorten 33
Weizenhalmtöter 3
Weltwirtschaftspflanzen 564, 593
Weymouthskiefernholz 80
Wicken 5, 6
— (Knöllchenbakterien) 199
Winterfestigkeit 583, 592
Winterweizen 557
— und Klima 583, 592
Wurzel-Entwicklung (Fußkrankheit) 11 ff.

Yamswurzel 564

Zellulose 344
Zink 316
Zuckerpalme 564
Zuckerrohr 564
Zuckerrübenkeimung 112
Zweizeilige Gerste 274
Zytologische Untersuchungen 563
-